

GALAKSIJA

Časopis za nauku i tehnologiju

Broj 230/jun 1991./Cena 50 D



DOBA TELEKOMUNIKACIJA
ALTERNATIVNI IZVOR ENERGIJE
PET GODINA

POSLE ČERNOBILA
KAKO NAPRAVITI
MOTORNOG
ZMAJA

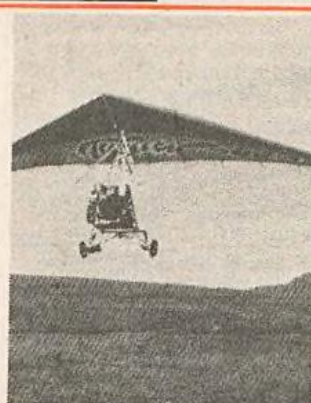




str. 10



str. 25



str. 38



str. 57

Panoptikum str. 4

Nagradna igra str. 9

Intervju: KIZIL MOGUŠ OOL str. 10

Ekologija: Crni list Kosova i Metohije str. 14

Žedna planeta str. 16

Energetika: Alternativni izvori:

Sunce, vetar, Zemlja str. 19

Pet godina posle Černobilja str. 23

Telekomunikacije: Široke mogućnosti novih medija str. 25

Matematika: Kvaka za šifru str. 33

Nove tehnologije: Inteligentna ulja str. 35

Motodeltaplani: Superlaki univerzalci str. 38

Istorija vazduhoplovstva: Postojbina idealne letilice str. 41

Botanika: Orhideje — Cvetovi zaustavljeni u letu str. 43

Zoologija: Ugroženi polarni medvedi str. 45

Reportaža: Jakutija — Carstvo leda i irvasa str. 49

Arheolingvistika: Konji-lingvistički dokaz str. 52

Antropologija: Ljudi, majmuni i molekuli str. 54

Astronomija: Opservatorije na Mesecu str. 57

Aerokosmoplovi: Na krilima do zvezda str. 61

Meteoriti: Parče drugog sveta str. 64

Astronomija: Potera za planetom X str. 67

Meteosateliti: Budno oko nad Evropom str. 70

Ishrana astronauta: Svemirski vrt od pleksiglase str. 72

Vesti iz astronomije str. 74

ISAK ASIMOV: Prevare i zablude nauke str. 76

Velikani SF literature: str. 78

Eureka str. 80

Izdaje i štampa DP BIGZ
Bulevar vojvode Mišića 17
11000 Beograd

telefoni
redakcija 650-161, 651-666/335
pretplata 650-528

Agencija BIGZ 653-049
Telex 11855 BIGZ
Telefax BIGZ, 651-841

GENERALNI DIREKTOR
Ilija Rapačić

DIREKTOR NOVINSKOG SEKTORA
Zoran Nikodijević

V. D. GLAVNOG I ODGOVORNOG UREDNIKA
mr Rade Grujić

REDAKCIJA

Mirjana Ilić
Sanja Čosić, Dušan Mijatović
(tehnički urednik), Jelena Radević-
Kosanović (sekretar redakcije).

Stalni saradnici:

Akademik Tatimir Andelić, akademik
Miomir Vukobratović, dr. Radivoj Petrović, inž. Dragan Cvetković, Voja Čolanović, Zvezdan Đurić, Vesna Čosić, dr. Đorđe Grujić, Tanasije Gavranović, Mirza Huskić, Aleksandar Jemcov, dr. Radovan Jović, dr. Đuro Koruga, dr. Neven Krešić, dr. Ilija Lakićević, Dušica Lukić, Ivan Mastilović, Damir Mikuličić, Dejan Predić, dr. Petar Radićević, Ljiljana Gračanin, dr. Petar Jovanović, Dejan Ristanović, Stevan Topalović, Gavriilo Vučković, Marko Kirić, Vanda Adler, Desa Božin, dr. Milan Božić, dr. Đorđe Ignjatović, mr Dejan Milojičić, dr. Dragan Pantić, Božidar Travica — dopisnik iz SAD, dr. Jovan Ševaljević

PRETPLATA U ZEMLJI

— Za jednu godinu 300,00
— Za šest meseci 150,00

Na žiro račun 60802-603-23264

PRETPLATA ZA INOSTRANSTVO:

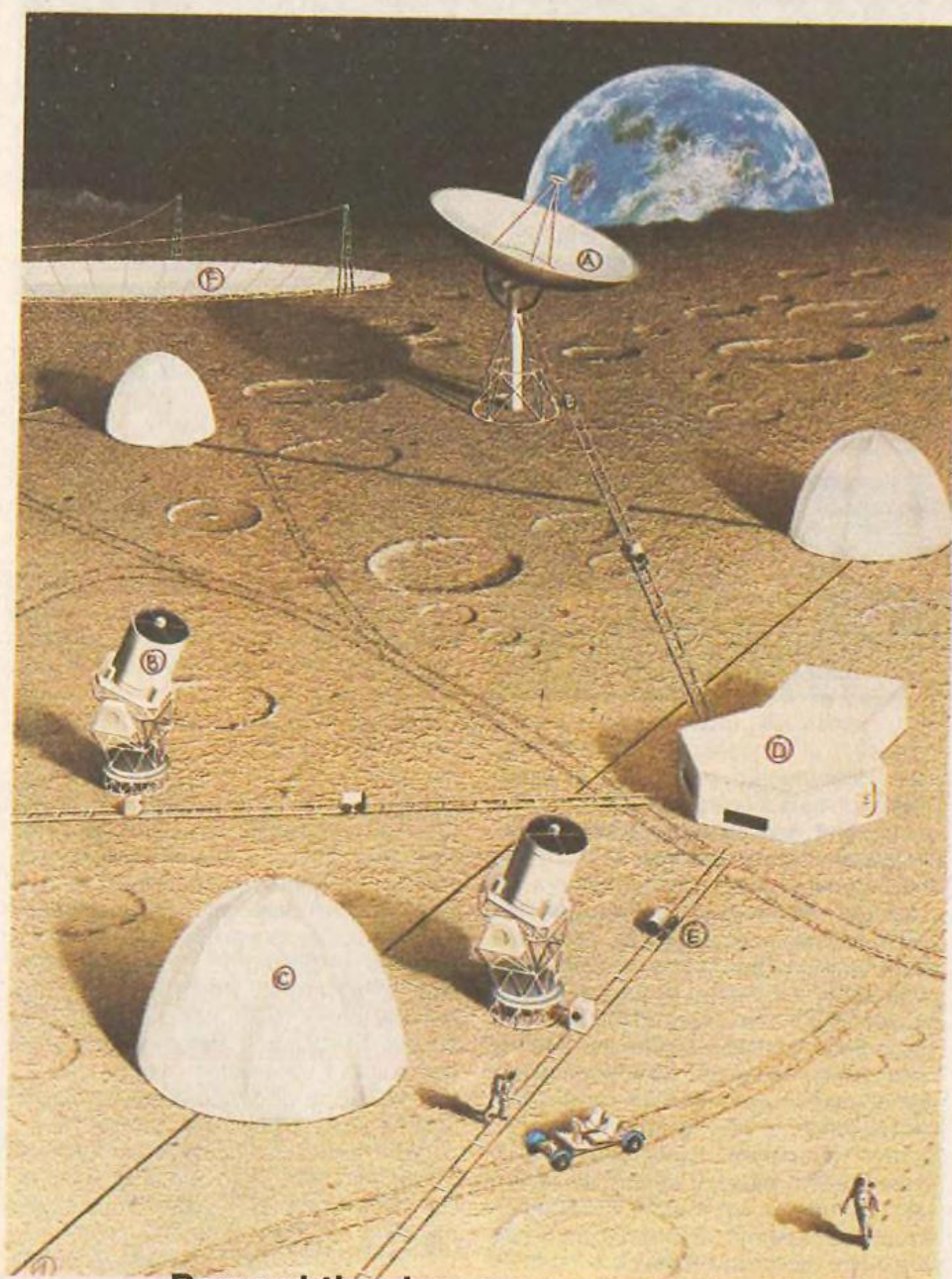
USD 43,00, DEM 67,00, CHF 55,00,
GBP 23,00, FRF 226,00

na devizni račun Beogradske banke
60811-620-6-82701-999-01066 ili
međunarodnom poštanskom
uplatnicom.

Posebna doplata za avionsko slanje.

Na osnovu mišljenja Sekretarijata za
informacije SR Srbije broj 413-01-47
od 4.2.1991. plaća se osnovni porez
na promet po ovlašćenju tarifi od 3
odsto.





Perspektive lunarnog posmatranja

OPSERVATORIJE NA MESECU

Negostoljubiva sredina Zemljinog prirodnog satelita pruža gotovo idealne uslove za istraživački rad astronoma. Lunarne opservatorije mogle bi da otvore sasvim nove nebeske horizonte i da pruže dosad nedostupne podatke o kosmosu.

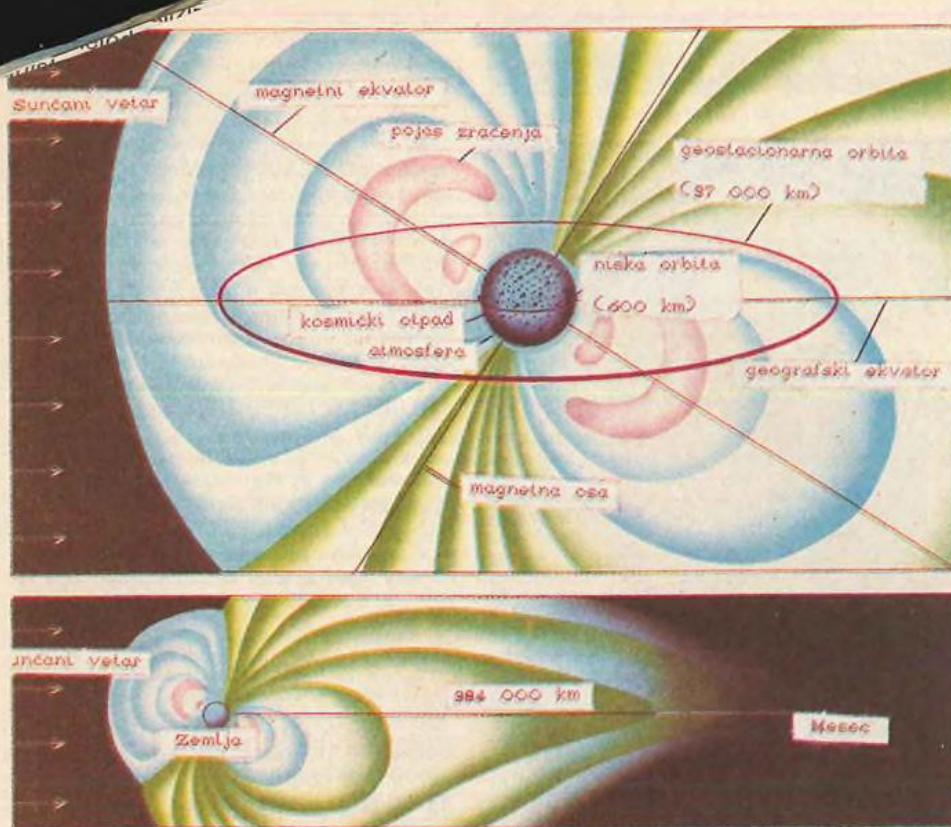
Mesečeve opservatorije će pružiti neslućene mogućnosti. Optičke teleskope neće ometati nikakva atmosfera i imaće ogromnu moć razlaganja, posebno kada se poveže veći broj teleskopa u takozvane interferometre. Isto tako, nizovi radio detektora registrovaće talase u milimetarskom opsegu. Povezivanjem radio teleskopa smeštenog na Mesecu sa drugim smeštenim na Zemlji dobio bi se interferometar koji bi imao iste mogućnosti kao radio teleskop antene prečnika 384 000km (koliko iznosi rastojanje Zemlja-Mesec). S druge strane, celi krateri bi se mogli pretvoriti u radio-antene. a) Radioteleskop povezan sa odgovarajućim na Zemlji. b) Optički teleskop. c) Detektor milimetarskih talasa pod zaštitnim omotačem. d) Centar za obradu podataka. e) Optički prenošenje signala. f) Radio-antena smeštena u krateru.

Verovatno u celokupnom unutrašnjem sunčevom sistemu ne postoji podesnije mesto sa kojeg se može proučavati svemir od gole i beživotne površine Meseca. Jer, nema atmosfere koja bi ometala posmatranje, tlo je seizmički stabilno, do Mesečeve strane koja nije vidljiva sa Zemlje jedva da dopiru svetlost i radio-talasi koje emituje ljudska civilizacija. A s obzirom da Mesečevo stenje raspolaže obiljem raznih sirovina, to se Zemljin satelit nudi kao gotovo idealno mesto za gradnju najmodernijih opservatorija.

Moć razlaganja teleskopa postavljene na Mesecu bi u nezamislivoj meri premašivala mogućnosti optičkih instrumenata kojima se sa Zemlje proučava kosmos — možda i za 100.000 puta! Mesečeve opservatorije bi osim toga bile u stanju da registruje i radio talase ekstremno niskih frekvencija koji dopiru iz kosmosa; tako bi se za nauku otvorio jedan novi prozor u svemir. Možda bi se — proučavanjem gravitacionih talasa ili teško uhvatljivih neutrina — stvorile i mogućnosti za sasvim nove grane astronomije.

Poslednjih godina u SAD nanovo se probudilo interesovanje za Mesec kao

naučnu predstražu u istraživanju kosmosa, a i kao sirovinu bazu i odskočnu dasku u osvajanju Marsa. Još 1983. godine je Nacionalna akademija nauka u svojoj studiji „Astronomija i



Zagađenje i ometajuće zračenje otežavaju astronomska posmatranja putem satelita.

astrofizika u osamdesetim godinama" podržala ideju o jednom eventualnom međunarodnom astronomskom Mesečevom projektu.

Orbitalni teleskopi

Realizacija ovih ideja ostaje za 21. vek; tada će nauka biti upućena na podatke do kojih će dolaziti putem veštačkih satelita u Zemljinoj orbiti, za sada najsavršenije i najpreciznije trenutno raspoložive podatke o kosmosu. Do kraja ovog veka se planira uspostavljanje sistema od četiri istraživačka astronomska satelita, takozvanih Velikih Opservatorija, u orbiti oko naše planete. Oni će registrovati signale skoro celog elektromagnetnog spektra, od radio talasa preko vidljive svetlosti pa sve do rentgenskih i gama zraka. Svaki talasni opseg pruža informacije o specifičnim fizičkim procesima od kojih potiče zračenje odgovarajuće energije ili frekvencije. Ovaj sistem orbitalnih teleskopa, čija je realizacija već započela, obuhvata: Hubbleov svemirski teleskop (*Hubble Space Telescope*) u opsegu vidljivog svetla, čija je moć razlaganja deset puta veća od one koju poseduju zemaljski teleskopi; Opservatoriju za gama zrake (*Gamma Ray Observatory*), koja treba da registruje zračenja velike energije koja bi ukazivala na objekte velike gustine — neutronske zvezde i crne rupe (vidi tekst); Uređaj za gama-zračnu astrofiziku (*Advanced X-Ray Astrophysics Facility*), koji treba da proučava vrele gaso-

ve u galaktičkim grozdovima, u okolini kvazara i u atmosferama zvezda; najzad, Infracrveni svemirski teleskop (*Space Infrared Telescope Facility*), čija je namena istraživanje hladnih međuzvezdanih oblaka gasova koji izgleda imaju izvesnu ulogu u nastanku zvezda i planeta. Sistem Velikih Opservatorija će verovatno, uprkos velikim mogućnostima koje pruža, biti poslednji čovekov pokušaj da posmatra i proučava svemir sa veštačkih satelita smeštenih na niskim orbitama. Naime, na uobičajenim visinama orbita od 500 do 600 km astronomska istraživanja nailaze na niz prepreka. Tako, na primer, zagađenje viših slojeva atmosfere i svemira bliskog zemlji putem ostataka kosmičkih letilica i drugog otpada koji je proizvod kosmičkih letova, postaje sve ozbiljnije, te se iz godine u godinu formira sve gušći oblak otpadaka, čiji se veći deo sastoji od čestica veličine mikrona, a velike brzine: ovi objekti su u stanju da ozbiljno oštete osetljivu optiku jednog teleskopa i druge instrumente.

Osim toga, na ovim visinama postoje još uvek značajne količine prašine i gasa. Prašina rasipa svetlost stvarajući infracrvenu pozadinu koja onemogućava registrovanje najslabijih astronomskih infracrvenih izvora. A i sami sateliti, krećući se na ovoj visini znatnom brzinom, pobuđuju atome gornjih slojeva atmosfere. Tako nastale emisije linije u vidljivom talasnom opsegu mogu da ometaju astronomska posmatranja ili čak da zavedu istraživače. Treće, trenje o gornje slojeve atmosfere koči kretanje satelita, te se ovaj spiralnom putanjom polako približava zemlji. Ovaj efekat je još izraženiji u periodima povećane sunčeve

aktivnosti. Četvrto, naša planeta je sama po sebi značajan izvor ometajućeg zračenja. Osim toga, magnetno polje Zemlje proizvodi jednu niskofrekventnu radio pozadinu. Ova je po intenzitetu daleko iznad kosmičkih radio izvora. Najzad, sateliti na niskim orbitama su izloženi naglim promenama temperature i sile teže, što ograničava moguću veličinu teleskopa, a time i njihovu osetljivost.

Mesečeve prednosti

Uklanjanje svih ovih problema kod neke sledeće generacije svemirskih opservatorija je moguće samo uz izbor nekog podesnijeg mesta posmatranja. Jedno moguće rešenje bi bilo postavljanje teleskopa i drugih instrumenata na satelite koji kruže na višim, geostacionarnim orbitama, na udaljenosti od oko 37.000 km. Drugi izlaz bi se sastojao u postavljanju astronomskih instrumenata na površini Meseca, dakle na udaljenosti od 384.000 km od Zemlje. Sa udaljenošću od Zemlje rastu doduše troškovi transporta opreme, ali zato opada stopa rasta tih troškova. Na primer, dostizanje geostacionarne orbite zahteva 2,6 puta više goriva nego dostizanje niske orbite. Da bi se, međutim, došlo do Meseca, potrebno je obezbediti još samo dodatnih 50% goriva. Još je bitnije što se sa rastućom udaljenošću uslovi za astronomska posmatranja ubrzano poboljšavaju. Na Mesecu, uslovi za ovakva istraživanja su gotovo optimalni.

Koje sve prednosti pruža Mesec? Kao prvo, Mesec predstavlja divovsku prirodnu platformu za prostrane komplekse građevina. Postavljanjem krupnih teleskopa velikih optičkih mogućnosti kao i prostranih sistema elektronski povezanih i upravljanih manjih teleskopa može se enormno povećati preciznost astronomskih posmatranja. Moguće je povezati dva teleskopa u takozvani interferometar, tako što bi se interferirali njihovi signali. Veštijim kombinovanjem signala dva manja teleskopa može se tako postići ista moć razlaganja kao sa jednim velikim teleskopom koji bi imao prečnik ogledala ravan rastojanju spojenih teleskopa! U Zemljinoj orbiti bi takav jedan interferometar zahtevao građenje ogromnih platformi ili bi se morala putanja svakog pojedinačnog teleskopa izračunavati i usmeravati nekim složenim i skupim sistemom upravljanja. Na Mesecu bi i sklapanje sa Zemlje dopremljenih uređaja zbog slabe sile teže bilo daleko jednostavnije nego u orbiti, u uslovima skoro potpunog odsustva gravitacije. Na Mesecu je moguće jednostavno primeniti tehnike razvijene na Zemlji, sa tom prednošću što je zbog slabe gravitacije moguće graditi daleko veće objekte. *Ferhat Akgul* i *Valter Gerstle* sa Univerziteta u Novom Meksiku, SAD, su već izradili projekt lunarnog radioteleskopa od najmodernijih sintetičkih materijala ojačanih ugljenim



Lunarna astronomija će pružiti nova saznanja o kosmosu koristeći nove tehnologije. Instrumenti sa germanijumskim detektorima će beležiti promene u rendgenskom zračenju a) kao i dosad neobjašnjene provale gama-zračenja b) Sklopovi od većeg broja optičkih i ultraljubičastih teleskopa c) radiće skoro sasvim automatizovano. Ovde su prikazani sa zaštitnim omotačem. Nizovi elektronski povezani dipolnih antena d) formiraju takozvani VLFA za proučavanje niskofrekventnih radio talasa.

vlaknima. Prema njihovim proračunima na Mesecu je moguće bez većih teškoća postaviti potpuno pokretnu prijemnu antenu prečnika 500 m, kao i ogledalo prečnika 16 m, za vidljivi talasni opseg.

Mesec predstavlja izuzetno stabilnu platformu. Prosečni seizmički pokret na Mesecu ima oko sto miliona puta manje energije od odgovarajućeg potresa na našoj planeti. „Mesecotresi“ izazivaju pomeranja tla od maksimalno milionitog dela milimetra. Ova seizmička stabilnost je veoma važna za optički interferometar: rastojanje između povezanih teleskopa mora da bude tačna do u delić dužine svetlosnog talasa, što znači do u 0,0001 milimetar.

Na Mesecu nema praktično ničega što ometa jasan prijem signala iz kosmosa, u bilo kojem astronomski relevantnom talasnom opsegu. Masa celokupne lunarne atmosfere nije veća od količine vazduha u jednoj ovećoj sportskoj dvorani. Pored toga, Mesec se kreće tako oko svoje ose i oko Zemlje da našoj planeti pokazuje uvek istu stranu. A na onoj strani koja se ne vidi sa Zemlje sama masa Meseca deluje kao divovski zid koji štiti od ometajućeg zrače-

nja. Ovo je jedino mesto u unutrašnjem sunčevom sistemu na kojem se mogu nesmetano ispitivati niskofrekventni radio talasi, a koje je istovremeno dovoljno veliko.

Istraživači su zapazili da pojedina kraterska udubljenja u blizini Mesečevih polova leže u stalnoj senci. Na tim mestima vlada verovatno konstantna temperatura od 70° Kelvina (–203°C). Većina astronomskih detektora mora inače da bude ohlađena do ovako niske temperature kako bi se suzbili termički šumovi u elektronskim komponentama. Daniel F. Lester sa Univerziteta u Ostinu (Teksas), smatra da su Mesečevi polovi idealno mesto za postavljanje infracrvenih teleskopa: ekstremno hladna okolina ne samo što pasivno hladi elektronske komponente i infracrvene detektore, već i noseću konstrukciju teleskopa koja inače pri višim temperaturama sama postaje izvor ometajućeg infracrvenog zračenja.

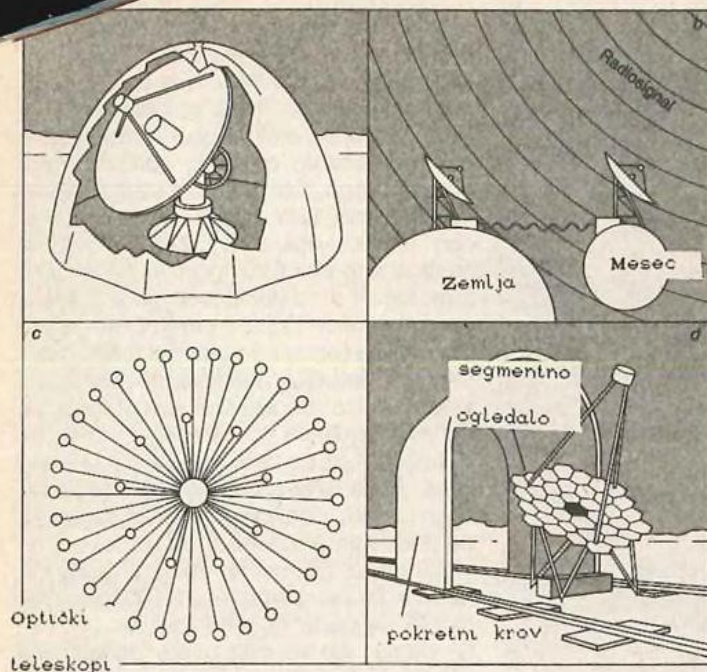
Pored svega ovoga, Mesec raspolaže i obiljem sirovina, iz kojih se mogu dobiti aluminijum, keramički materijali i staklo, potrebni u gradnji teleskopa. Na primer, u ekstremno suvoj lunarnoj atmosferi moguće je proizvoditi staklo koje bi imalo čvrstinu čelika, a odlikovalo bi se izuzetno niskim koeficijentom toplotnog širenja. Ovakvo staklo bi služilo ne samo za izradu optičkih ogledala, već i noseće konstrukcije teleskopa.

Početak posmatranja

Mesec kao mesto za astronomsku istraživačku stanicu krije i razne nedostatke. Zemljino magnetno polje odbija

čestice sa nabojem i tako štiti planetu, makar delom, od kosmičkog zračenja i sunčevog vetra. Pošto Mesec ne poseduje takvo polje, biće potrebno da se ljudi i osetljive elektronske komponente posebno zaštite od ovog opasnog zračenja. Drugo, Mesec neprestano bombarduju meteoriti raznih veličina, većinom mikroskopski. Na Zemlji, ovakve čestice sagorevaju u gornjim slojevima atmosfere; a pošto Mesec ne poseduje skoro nikakav zaštitni omotač od gasova, one o njegovu površinu udaraju brzinom od nekoliko desetina kilometara u sekundi. Da bi se pre svega optička ogledala zaštitila od oštećenja, biće potrebno da se izgrade kupole i slični zakloni. Dalje, s obzirom da Mesec veoma sporo rotira (jednom za 27,3 dana), a ne poseduje atmosferu, na njegovoj površini dolazi do ekstremnih i naglih temperaturnih promena — od 100° Kelvina (–173°C) noću do 385° Kelvina (+112°C) danju, što takođe može dovesti do oštećenja optičkih instrumenata. Naravno, upotrebom termički otpornih materijala ovo se može preduprediti. Najzad, bez obzira na sve prednosti eventualne eksploatacije sirovina na Mesecu, postoji opasnost od postepenog stvaranja veštačke „atmosfera“ od industrijskih otpadnih gasova i prašine oko Zemljinog prirodnog satelita, što bi astronomska istraživanja znatno ometalo. Na sreću, kako je pokazao Ilias Fernini sa Univerziteta države Novi Meksiko, izgleda da bi se lunarno zagađenje ograničilo na okolinu samih industrijskih kompleksa. Tlo bi čestice veštačke atmosfere ubrzo ili apsorbovalo ili bi ih „oduvao“ sunčev vetar.

Prve opservatorije na Mesecu biće verovatno skromno opremljene. Međutim, već i jedan običan optički teleskop prečnika jedan metar može u Mesečevim uslovima da bude veoma dragocen. U odsustvu atmosferskih efekata izobličenja imao bi sa 0,1 lučnom sekundom veću moć razlaganja od najvećih zemaljskih optičkih aparata. Teleskopi bi na Mesecu mogli da primaju i ultraljubičasto i infracrveno zračenje, to jest kraće i duže talasne dužine s obe strane vidljivog opsega; time se astronomima omogućava istraživanje brojnih fenomena. Mesečev teleskop širokog vidnog polja bi bio idealan instrument za sastavljanje nove, preciznije karte zvezdanog neba. Majkl Zeilik sa Univerziteta države Novi Meksiko smatra da bi se jednodimenzionalnim optičkim teleskopom mogle pratiti i varijacije u aktivnosti promenljivih zvezda i kvazara. Na Mesecu je za ovakva merenja dovoljan 0,1 posto onog vremena ekspozicije koje je neophodno na Zemlji. Osim toga, ove varijacije se mogu kontinuirano pratiti: merenja ne moraju da se prekidaju zbog promena vremenskih prilika i brze smene dana i noći. Detektori gama zračenja bi mogli da istražuju one kratkotrajne, tajanstvene provale zračenja velikog in-



Na Mesecu je neophodno zaštititi instrumente od udara mikroskopskih meteorita a). Dva povezana radio teleskopa, jedan na Mesecu a drugi na Zemlji, imaju iste mogućnosti kao teleskop prečnika koji odgovara rastojanju Mesec—Zemlja b). Postoji ideja o povezivanju 42 optička teleskopa u jedinstven sistem. Centralna jedinica bi skupljala i obrađivala podatke c). Predlaže se i 16-metarski teleskop sa segmentiranim ogledalom. Pokretni krov štiti optiku d).

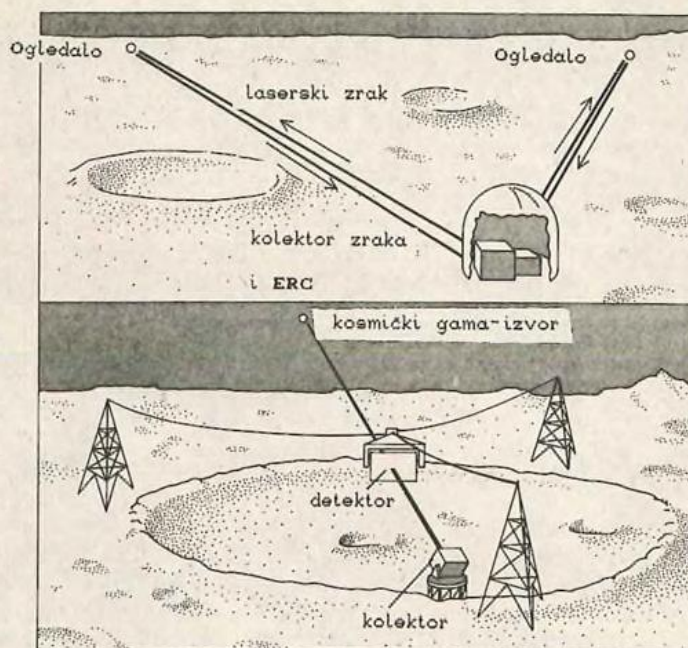
tenzitetu koje traju samo od 0,01 do 80 sekundi. Vrlo se malo zna o izvorima ovakvog zračenja, pre svega zato što astronomima ne polazi za rukom da ih lokalizuju. Gama detektor na Mesecu, povezan sa nekoliko sličnih detektora raspoređenih u sunčevom sistemu, mogao bi sa velikom preciznošću da utvrdi koordinate izvora ovog zračenja, tako što bi se upoređivala pojedina vremena opažanja provale. Rendgenski detektori bi pak mogli da ispituju brzo promenljive rendgenske emisije koje verovatno prate neutronske zvezde i crne rupe.

U daljoj perspektivi se planiraju još ambiciozniji projekti. Posebno se mnogo očekuje od ispitivanja niskofrekventnih radio talasa (ispod 30 MHz), poslednjeg neistraženog opsega elektromagnetnog spektra. U tom cilju su Džeims N. Dagle i Harlan Smit sa Univerziteta u Ostinu još 1985. godine predložili gradnju Uredaja za proučavanje niskih frekvencija (Very Low Frequency Array, VLFA). VLFA bi se sastojao od 200 dipolnih antena od po metar dužine, raspoređenih u krugu prečnika 20 km. Elektronskim povezivanjem pojedinih grupa antena može se ceo sistem usmeriti ka određenom izvoru zračenja, bez pomeranja pojedinačnih antena. Signali bi se prenosili do jednog centralnog uređaja, a potom do računara koji bi analizirao sakupljene podatke. Ovaj

uređaj bi posebno doprineo proučavanju sunčevih erupcija, pulsara kao i sastava međuzvezdane materije.

Za sada postoji i predlog za Mesečev teleskop prečnika 16 metara, za vidljivi i infracrveni opseg. On će biti u stanju da uočava četrdeset puta slabije svetlosne izvore nego što to može Hابلlov svemirski teleskop. Kako bi se pojednostavila montaža, glavno šesnaestometarsko ogledalo će se sastojati od većeg broja šestougaoih segmenata. Ovakav teleskop će možda biti sposoban da prepozna planete slične zemlji u orbitama drugih zvezda, tako što bi tragao za karakterističnim emisijama atmosferskog ozona.

Mnogo ambiciozniji poduhvat je projekat velikog optičkog interferometra na Mesecu. Ova naprava, „Mesečev optičko-ultralubičasto-infracrveni sintetički uređaj“ (Lunar Optical-Ultraviolet-Infrared Synthesis Array, LOUISA), bi imala sto hiljada puta veću moć razlaganja od najvećeg zemaljskog teleskopa, što znači da bi bila u stanju da sa Meseca prepozna na površini zemlje novčić. Prvi je predložio gradnju ovakvog objekta Bernard F. Berk sa Instituta za tehnologiju države Masečusets. Projekt predviđa gradnju dva koncentrična kruga teleskopa opremljenih ogledalima prečnika 1,5 m. Spoljni krug bi imao prečnik deset kilometara i sastojao bi se od 33 teleskopa, dok bi unutrašnji krug prečnika 500 m obrazovalo devet instrumenata. Optički signali uhvaćeni pojedinačnim teleskopima bi se prenosili do centralne jedinice gde bi se kombinovali (interferirali) i analizirali. LOUISA će moći da proučava jedan veliki talasni opseg — od 0,1 do 1 mikrometra. Sa razlaganjem od stohiljaditog dela lučne sekunde LOUISA otvara sasvim nove oblasti istraživanja. Posebno se očekuje da će



Iako ih predviđa Ajnštajnova teorija, gravitacioni talasi se još nisu mogli dokazati. Na seizmički izuzetno stabilnoj Mesečevoj površini bi se mogla, putem laserskih mernih uređaja, utvrditi skoro neprimetna izobličenja koja ovi talasi izazivaju a). Zbog nedostatka atmosfere su na Mesecu mogući i teleskopi za registrovanje gama zraka, sa velikom žižnom daljinom b).

moći da pruži podatke o životu u svemiru, detaljnom analizom atmosfera planeta, kao i da će moći da pruži nove podatke o ekspanziji kosmosa, merenjem kretanja kvazara.

Ovde se lista ovih gotovo fantastičnih projekata ne završava. Predložena je i gradnja divovskog radio-interferometra, pri čemu bi se povezale dve antene, jedna smeštena na Zemlji a druga na Mesecu. Takav uređaj bi imao iste mogućnosti kao jedan radio teleskop prečnika 384000 kilometara! Frenk D. Drejk sa Kalifornijskog univerziteta u Santa Kruzu predlaže i pretvaranje celog jednog Mesečevog kratera u radio teleskop prečnika 1500 metara. Ovakva antena bi mogla sa velikom osetljivošću da prima emisije međuzvezdanog neutralnog vodonika, što na Zemlji zbog ometajućeg zračenja raznih radio izvora uskoro neće više biti moguće. Neki naučnici predlažu i gradnju sistema gusto raspoređenih rendgenskih antena na Mesecu. Najzad, jedna lunarna opservatorija bi možda mogla da pruži dragocene podatke o dosad skoro neistraženim oblastima gravitacionih talasa i neutrina. Ajnštajnova opšta teorija relativiteta predviđa postojanje gravitacionih talasa. Njihovim otkrivanjem bi se ne samo dokazala ova za modernu fiziku fundamentalna teorija, nego bi se proverili i postojeći modeli o nastanku galaksija.

GALAKSIJA

Časopis za nauku i tehnologiju

Broj 233/Oktobar 1991./Cena 50 D



DOSIJE

VANZEMALJCI DA ILI NE?



Budućnost vazdušnog saobraćaja

SUPERKONKORD I ORIJENT - EKSPRES

Trka za postizanjem što veće brzine u vazdušnom saobraćaju je počela. Aeronautički projektni biroi rade punom parom, kako bi se zadovoljile potrebe sve većeg broja sve užurbanijih poslovnih ljudi. Da li će se u bliskoj budućnosti leteti i obavljati poslovi brzinom od dva, pet ili čak dvadesetpet maha?



Konkordov naslednik Super-konkord prenosio bi dvostruko više putnika na dvostruko veću daljinu, pri samo nešto većoj brzini od 2.400 kilometara na čas. On će poleteti oko 2005. godine

Koji su modeli superaviona na čelu ove trke? S jedne strane, evropski konstruktori nam pripremaju takozvani „Superkonkord“. Ovaj evropski šampion u brzini neće, doduše, leteti mnogo brže od svog preteče (oko 2.400 kilometara na čas), ali će biti u stanju da prevozi dva puta više putnika (200 do 250) i to na dva puta veću udaljenost, čak 12.000 km. Sa druge strane, američki stručnjaci rade na superavionu nazvanom „Orijent-ekspres“, projektu transatmosferske letilice koji je još 1986. godine najavio predsednik Regan. Cilj ovog projekta je dostizanje brzine od 25 maha, odnosno dvadeset petostruke brzine zvuka, što bi iznosilo nešto više od 25.000 kilometara na čas. Ovaj avion bi, dakle, u perspektivi preletao razdaljinu od Nju Jorka do Tokija za manje od jednog sata! Da li će se Amerika „revanširati“ Konkordu, trenutno jedinom nadzvučnom putničkom avionu na svetu, pretekavši Stari kontinent u ovoj tehnološkoj trci letilicom deset puta bržom od Konkorda, ili će se Konkordov naslednik, koji će uskoro biti proizveden od strane evropskih stručnjaka, lakše nametnuti tržištu?

Orijent-ekspres je svakako veličanstven poduhvat, ali poduhvat koji se

svrstava pre u domen tehnoloških istraživanja nego u oblast komercijalno primjenjivih perspektiva u vazdušnom transportu putnika. To neće biti ni sutra, a ni prekosutra, kada ćemo moći da letimo na krilima ovog aviona snova, na krajnjoj granici Zemljine atmosfere i svemira. „Trenutno nije moguće realizovati hipersonični avion (koji bi leteo brzinom većom od petostruke brzine zvuka), koji bi bio i komercijalno isplativ“, kaže Žerar Larijel (Gerard Laruelle) iz francuskog Nacionalnog biroa za istraživanja u oblasti aeronautike (ONERA). Orijent-ekspres je svakako za nekoliko kategorija ispred Superkonkorda. Prednost ovog drugog je, međutim, što predstavlja sasvim ozbiljnu mogućnost za godine koje slede: počev od 2005. godine, avion ovog tipa bi mogao da krstari stratosferom, stižući od Pariza do Singapura ili Rio de Žaneira za manje od šest sati.

Rehabilitacija supersoničnih transportnih aviona

Odakle ovaj ponovo probuđeni interes za supersonične transportne avione, kada je već izgledalo da su ovi projekti pali definitivno u zaborav aeronautike? Činilo se da su se sa komercijalnim neuspehom Konkorda (sa šesnaest proizvedenih letelica ovog tipa), kao i sa

napuštanjem velikog američkog projekta SST početkom 70-ih godina iz ekoloških razloga, oglasila posmrtna zvona za nadzvučne transportne avione. Naime, bilo je došlo vreme kada više nije bila primarna što veća brzina, već što masovniji transport: Boeing, vodeća svetska kompanija u ovoj oblasti, potpuno je zaboravila na projekt SST u trijumfalnom uspehu svog Džambo-džeta 747, dok se kompanija Aérospatiale, proizvođač Konkorda, u potpunosti posvetila projektu Erbas (Airbus), prvom pravom konkurentu američkim avionima za masovni transport.

Ali, Konkord je doživio preporod, kao legendarna i mnogocitirana ptica feniks: sada svakog dana tri ovakva aviona zašiljenog kljuna (jedan sa oznakama francuske avio-kompanije Air France, a dva sa oznakama britanskog British Airways-a) lete od Evrope ka Nju Jorku i natrag. Step en iskorišćenosti je veoma dobar i iznosi 64 posto u slučaju francuske kompanije, koja je 1987. godine ostvarila prihod od 85 miliona francaka od Konkorda. Avionska karta za let ovim nadzvučnim putničkim vazduhoplovom je relativno skupa, skuplja od karte prve klase; ali su zato usluge i brzina bez premca.

Konkord će, međutim, uskoro biti prevaziđen: na pomolu je vreme superkonkorda. U projektnim biroima francuske kompanije Aérospatiale užurbano

se radi na ovom projektu, koji se krije iza skraćenice ATSF (*Avion de transport supersonique future*, Nadzvučni transportni avion budućnosti). U Velikoj Britaniji, pri *British Aerospace-u*, ovaj projekt se zove AST (*Advanced Supersonic Transport*, Usavršeni nadzvučni transport). Radi se u suštini o istom tipu aviona, jedva nešto bržem od sadašnjeg Konkorda, ali sposobnom za daleke letove i sa većim kapacitetom, što ga čini savršeno prilagođenim potrebama modernog poslovnog sveta. Potrebe za ovakvim vazдушnim prevozom su se oglasile sa druge strane Atlantika, uglavnom kod dosadašnjih korisnika Konkorda, ali i iz Japana. Ovo nagoveštava na kojim će pravcima prvenstveno leteti budući supersonični putnički avioni.

Kompanije *Aérospatiale* i *British Aerospace* potpisale su 9. maja 1990. godine ugovor o zajedničkom radu na projektu budućeg supersoničnog transportnog aviona. Detaljan projekat treba da bude gotov 1995. godine. Trebaće potom još deset godina da se avion napravi i osposobi za let, troškovi će biti ogromni: oko 50 milijardi francuskih franka. Superkonkord će u velikoj meri ličiti na svog prethodnika: ista zašiljena linija, ista divovska delta-krila. . . On će, međutim, biti znatno duži (76 m naspram Konkordova 62 m), širi (36 m naspram 25 m), imaće daleko više mesta za putnike, a biće, ipak, samo malo teži: 225 t, dok Konkord teži 183 t. On će biti pravo čudo od novih materijala, lakih i kompozitnih legura.

Novi avionski motori i ekologija

Ugovor između proizvođača aviona je dopunjen ugovorom između kompanija koje proizvode motore: Rols-Rojs u Velikoj Britaniji i SNECMA u Francuskoj. Ove firme su već zajedno realizovale reaktivni motor *Olympus*, koji pokreće Konkord, a sada rade na motoru budućeg Superkonkorda. Njihova odgovornost u ovom poduhvatu je možda i najveća, jer upravo od performansi avionskog motora zavisi da li će Superkon-

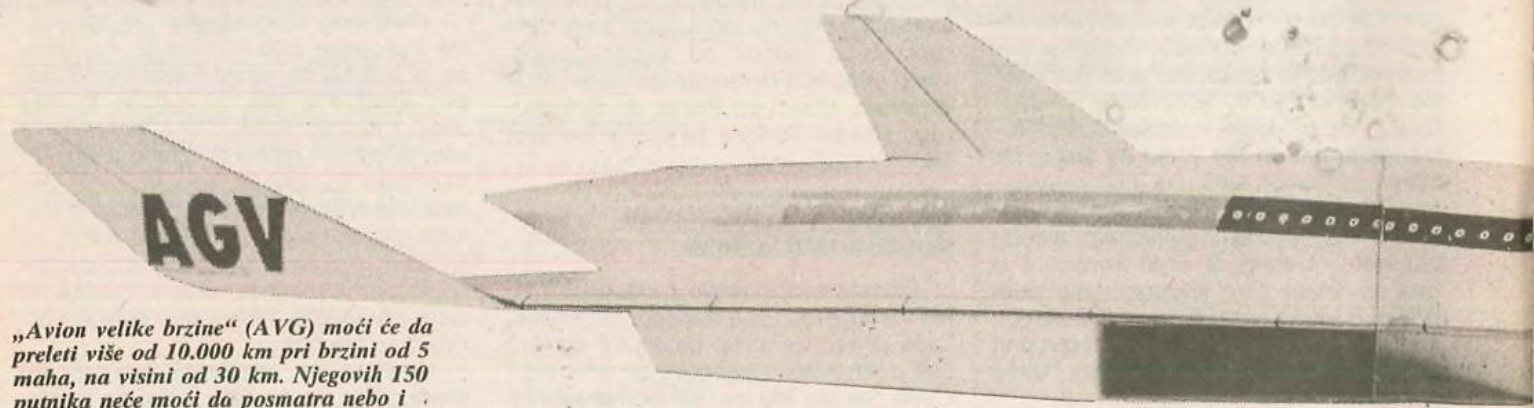
kord biti rentabilan ili ne. Konkord sada troši desetak litara kerozina po putniku na sto kilometara leta. Od njegovog naslednika se očekuje dva puta veća ekonomičnost. On u pogledu ove osobine nikada neće moći da dostigne Boeing 747 ili pak Erbas (koji su tri puta manji potrošači goriva), ali se predviđa da će biti toliko ekonomičan da će biti moguće da se prodaju avionske karte za let Superkonkordom po ceni u nivou sadašnje klub-klase, dakle nešto ispod cene prve klase. Uostalom, motori Superkonkorda treba da budu ekonomični ne samo pri nadzvučnim brzinama, već i pri subsoničnom letu, to jest pri brzini leta Erbusa (oko 1000 kilometara na čas). Naime, nadzvučni let nije u svim zemljama dozvoljen, a Superkonkord treba da bude sposoban da leti kako sa 2400 kilometara na čas, tako i sa 1000 kilometara na čas, a sve to bez povećanog utroška goriva. Ovo će biti moguće zahvaljujući jednoj novoj tehnologiji, zvanoj „promenljivi ciklus“, koja omogućava motoru da pri niskim brzinama radi kao Erbasov motor sa dvostrukim fluksom, a pri velikim brzinama kao Konkordov motor *Olympus* sa jednostavnim fluksom. Ovo predstavlja, u neku ruku, dva mlazna motora u jednom.

Može li tržišni uspeh ovog aviona da ugrozi eventualni konkurentni američki projekt? Anri Martr (*Henri Martre*), predsednik kompanije *Aérospatiale* smatra da do toga neće doći: „Potrebe svet-skog tržišta za ovakvim tipom aviona neće preći 300 do 500 letelica. To znači da na tržištu ima mesta samo za jedan model.“ Rešenje bi moglo da se nađe u stvaranju jednog svetskog konzorcijuma, koji bi u ovaj projekt uključio niz velikih evropskih i američkih proizvođača. Maja 1990. godine učinjen je i prvi korak ka ovakvoj prekooceanskoj saradnji. Pet evropskih i američkih kompanija (*British Aerospace*, *Aérospatiale*, nemački *MBB*, *McDonnell Douglas* i *Boeing*) se udružilo radi ispitivanja ekonomske isplativosti ovakvog poduhvata, kao i uticaja nadzvučnih aviona na čovekovu okolinu.

Ekološki problem sa kojima će se suočiti Superkonkord nisu zanemarljivi, što se tiče buke, ona se može svesti u razumne granice: zahvaljujući motorima sa promenljivim ciklusom, ovaj avion neće pri uzletanju biti ništa bučniji od Erbusa, a zvučni zid će probijati samo na velikoj visini, na kojoj će prouzrokovani prasak biti podnošljive jačine. Što se tiče zaštite ozonskog omotača, taj problem je mnogo ozbiljniji. Potreba da se zaštiti ozonski omotač je nedavno dovela do međunarodne zabrane upotrebe izvesnih hlorofluorokarbonskih gasova. A prema tvrdnji američkog hemičara Harolda Džonsona, vazдушna flota od nekih petsto nadzvučnih putničkih aviona, koji bi leteli brzinom od dva do tri maha na visini od 20.000 metara, dovela bi do bržeg uništavanja ozonskog omotača nego što to danas prouzrokuju pomenuti gasovi. Paradoksalno, avioni koji bi postizali još veće brzine ne bi se suočavali sa ovim problemom. „Avion velike brzine“ (*Avion à grande vitesse*, AGV), na čijem projektu takođe radi kompanija *Aérospatiale* i koji će (možda) naslediti Superkonkord, letoo bi brzinom od 5 maha (preko 5000 kilometara na čas) na visini od 30 km, to jest uglavnom iznad sloja atmosferskog ozona. Superkonkord, međutim, na visini od 20 km, upravo leti posred ozonskog omotača. U ekološkom pogledu, dakle, Superkonkord teško da može imati neku šansu.

Hipersonici

Zašto onda ne bismo preskočili fazu Superkonkorda i usmerili svoje napore odmah na realizaciju hipersoničnog AGV? Zato što tehnološki problemi počinju da se umnožavaju i komplikuju iznad brzine od 2,5 maha. To je, kao prvo, slučaj sa materijalima koji treba da budu u stanju da izdrže temperature od 600°C, a da ne pretrpe promene u strukturi. Zatim se postavlja pitanje korišćenja novih kriotehničkih goriva, metana ili tečnog vodonika, koje treba održavati na niskim temperaturama. Hipersonični avion zahteva i sasvim novi i



„Avion velike brzine“ (AVG) moći će da preleti više od 10.000 km pri brzini od 5 maha, na visini od 30 km. Njegovih 150 putnika neće moći da posmatra nebo i Zemlju kroz prozorska okna, već preko televizijskih ekrana. *Aérospatiale* predviđa realizaciju ovog projekta oko 2020. godine.

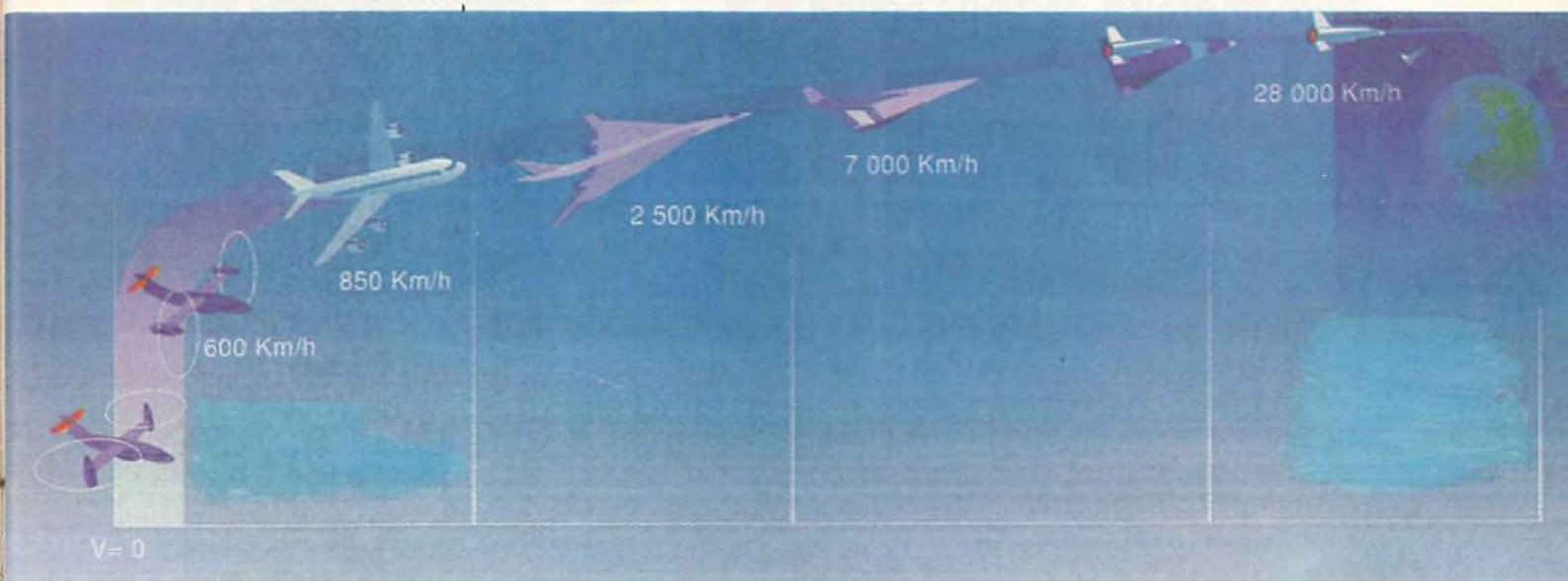
Faze vazdušnog i kosmičkog transporta budućnosti:

a) subsonični;

b) supersonični;

c) hipersonični;

d) transatmosferski.



Originalno rešenje: avion u obliku koso letećeg krila. Ova ideja bi možda omogućila lakše prodiranje letelice kroz vazduh, smanjenje praska pri probijanju zvučnog zida i veću ekonomičnost.

drugačiji motor: radi se o takozvanom „kombinovanom“ motoru, koji spaja uobičajeni reaktivni motor i „statoreaktivni“. Reaktivni motor funkcioniše do brzine od $0,75$ maha. Statoreaktivni, sa druge strane, koji predstavlja cev bez turbine u kojoj se vazduh sabija usled sopstvene brzine, može da ubrza avion ili raketu do sedam maha.

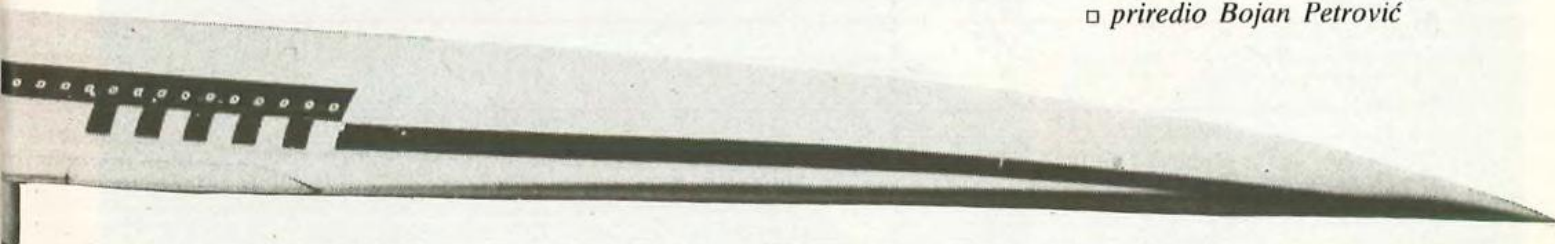
Orijent-ekspres i uopšte transatmosferske letelice (koje lete brzinom većom od 7 maha na visini iznad 40 ili čak 50 kilometara) se suočavaju sa još komplikovanim tehnološkim teškoćama. Kom-

binovani turbo-stato-reaktivni motor mora da ustupi mesto kombinovanom motoru koji bi integrisao reaktivni motor, super-statoreaktivni (kod kojeg se sagorevanje gasa vrši supersoničnom brzinom) i raketni motor za brzine iznad 12 maha. Pri ovim brzinama postavljaju se sasvim novi problemi po pitanju aerodinamike, a zagrevanje usled trenja postaje strahovito. Hipersonika je, dakle, još sasvim neistraženo polje. Rešavanje brojnih pitanja iz ove oblasti je, međutim, neophodno — ne samo zbog unapređivanja aeronautike, već i zbog toga što se upravo sa ovim problemima suočavaju i sve svemirske misije.

Američki stručnjaci već uveliko rade na programu Orijent-ekspresa, preimenovanom u „Nacionalnu aero-svemirsku

letelicu“ (National Aerospace Plane, NASP). Za dve godine će odlučiti o eventualnom realizovanju prototipa ove letelice (pod imenom X-30), koji bi mogao da poleti posle 1997. godine. Pravi cilj i nije u oblasti aeronautike, već kosmonautike: proučiti mogućnosti svemirske letelice budućnosti koja bi poletela i sletela kao avion. Nemci imaju takođe značajan program razvoja hipersonične tehnologije, projekt Zenger (Sänger), isto tako pretežno kosmičke namene. A u Francuskoj je nedavno pokrenut program „Plan istraživanja i tehnologije u hipersonici“ (Plan de recherche et technologie en hypersonique, PRTH). Svi ovi projekti su svakako veoma značajni, i teško je predvideti koja će letelica dobiti prvenstvo u masovnom transportu. Možda najpre Super konkord. ■

□ priredio Bojan Petrović



Podmornice na MHD pogon

TIHO, TJŠE, NAJTISE

Zahvaljujući moćima magneta i superprovodnika, podmornice se u najvećoj tišini okreću korišćenju električne provodljivosti morske vode. Oslobođajući se elise i motora postaju bešumne i tako, posredstvom MHD-magnetno-hidro-dinamičkog pogona, uvode revoluciju u morski saobraćaj.

U poslednjih nekoliko godina istraživanja MHD, odnosno magnetno-hidro-dinamičkog pogona ubrzano napreduju. Epohalno dostignuće MHD istraživanja očekuje se kroz nekoliko godina, i to u trenutku kada na svetlo dana ili u mrak okeana zaroni najtiša podmornica na svetu. Sasvim tiha, sposobna da sa svojim malim dimenzijama dostigne velike brzine, bez motora ili drugih pokretnih delova, ova podmornica okupira inženjere na nekoliko strana sveta, i to i u civilnim i u vojnim krugovima. Koristiće samo dve stvari — elektromagnetnu energiju i

morsku vodu, i to je sve. Jednostavno i istinito.

Princip rada buduće podmornice jednostavan je do banalnosti. Otkriven je pre nešto više od sto godina i za njega danas znaju i srednjoškolci. Uzmite neki električni provodnik, na primer bakarnu žicu, pridružite mu električno polje i kroz provodnik će proteći struja. Sada ga položite u magnetno polje okomito u odnosu na električno polje, po sredini magneta. Zahvaljujući međudejstvu dva polja, provodnik je izložen elektromagnetnoj sili, kaže u načelu Laplas-Lorenc, čiji je pravac okomit u odnosu na električno

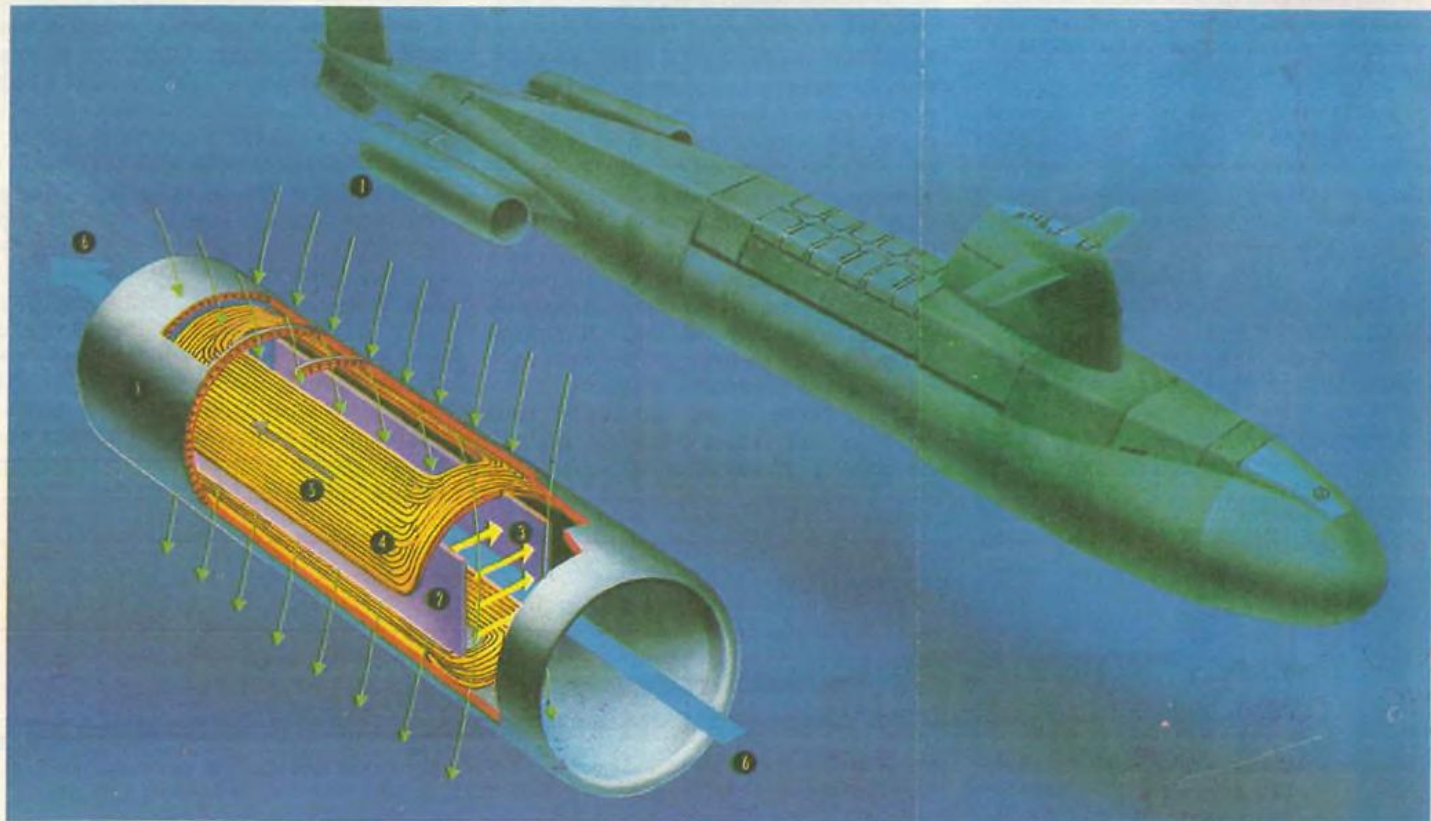
i magnetno polje. Ukoliko bakarni provodnik nije fiksiran, ova sila će ga pomeriti.

Diskredija i brzina

Princip Laplas-Lorencove sile primenjuje se i na tečne provodnike, takođe i na gasove, i konačno, na morsku vodu. Tako, ukoliko brod poseduje sve tehničke pretpostavke za primenu električnog i magnetnog polja u morskoj vodi, voda će biti podvrgnuta dejstvu Laplas-Lorencove sile, a to znači da će se brod pokretati.

Ukoliko je cela priča tako jednostavna, kao što je ovde predstavljamo, verovatno se pitate zašto se već sada ne vozimo MHD polovlicama, zašto MHD pogon nije već sada tehnički razvijen. Istina je da o primeni MHD pogona na ovaj način niko nije ozbiljno razmišljao do šezdesetih godina. Početkom šezdesetih pojavilo se nekoliko studija o primeni MHD pogona u plovidbi, ali njihovi rezultati bili su obeshrabrujući. Tako inženjeri razočarani tvrde da će brzina podmornice biti suviše mala, zbog male provodljivosti morske vode. Da bi to bilo

Osobine podmornice na MHD pogon su nečujnosti, brzina i ekonomičnost utroška energije. Konstrukcija (1) njenog pogona je u obliku tube i sastoji se od dve elektrode (2,3), magneta (5) koji je u unutrašnjosti i superprovodne bobine (4). Elektromagnetno dejstvo, odnosno, interakcija električnog i magnetnog polja izaziva pokretanje podmornice potiskom vode. Ovo je tip MHD podmornice sa kondukcijom pogonom i unutrašnjim potiskom vode u kanalima.



nadoknađeno, neophodno je magnetno polje ogromne snage, a ono tehnički nije izvodljivo. Tako su istraživanja zamrla brže nego što su se pojavila.

U međuvremenu na drugim poljima nauke i tehnike nezadrživo napreduju superprovodnici, materijali koji praktično nemaju nikakav otpor, a recimo provodljivi su hiljadu puta više nego bakar. Zbog takvih osobina jedna superprovodljiva bobina može da proizvede magnetno polje na desetine puta jače nego običan elektromagnet. To je omogućilo dalja proučavanja MHD pogona.

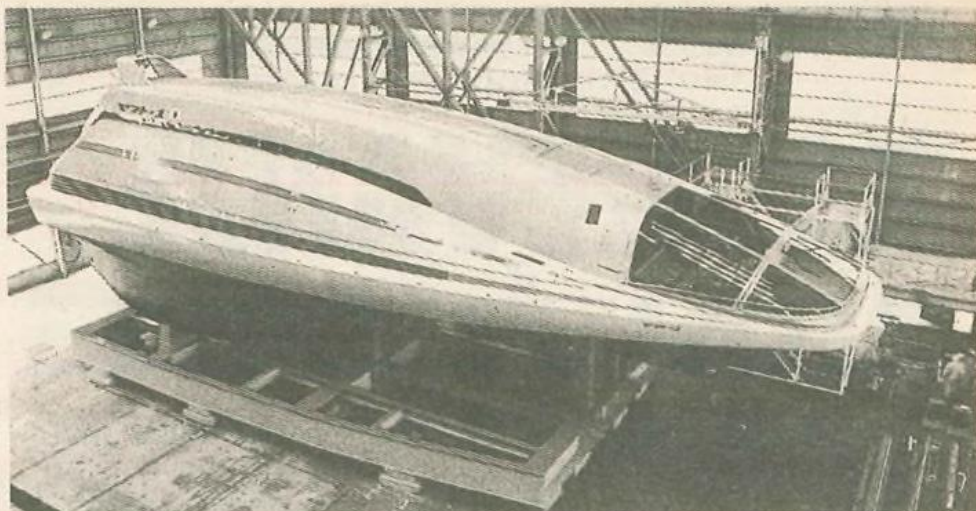
Početkom osamdesetih teorijskom napretku doprinose Amerikanci. U ovom trenutku njihova istraživanja MHD nečujne podmornice podstiče ministarstvo odbrane, zna se i zašto. Diskrecija MHD pogona njih najviše zanima. Bez elise, bez motora i bez ostalih mobilnih delova koji stvaraju buku, na vojnom planu nečujna podmornica postaje stvar prestiža.

Međutim, nečujnost nije jedina vrлина okeanske vedete. Ova vrsta pogona teorijski bi trebalo da dostigne i velike brzine i veliku energetska rentabilnost, a da istovremeno popravi sve hidrodinamičke performanse broda. Naravno, MHD pogon se ne ograničava na vojne svrhe. To najviše dokazuju Japanci koji su daleko odmakli u civilnom projektu podmornice kojeg inače finansiraju privatne kompanije. Na univerzitetu u Kobu nedavno je izložena i detaljna maketa buduće podmornice. Što se tiče inženjera u SSSR-u, oni su kao i uvek za informacije zatvoreni, ali, zna se da u Rigi postoji centar koji se bavi MHD proučavanjima, i to odavno. Pretpostavlja se da se i njihova istraživanja odnose na podmornicu i morski saobraćaj. Od pre dve godine i Francuzi u Grenoblu intenzivno proučavaju MD, sa industrijskom namenom. Ovaj tim inženjera, za razliku od Laplas-Lorencove kondukcije, polazi od pogona „indukcijom“.

Električnu indukciju ustanovio je Faradej 1830. godine. Magnetno polje koje se pomera stvara u provodniku „indukovani“ protok, odnosno ono nastaje u adekvatnoj bobini posredstvom liznog magnetnog polja. Interakcija između magnetnog polja i indukovano protoka ostvaruje silu vode koja pomera plovilicu. Razlika između dva tipa pogona je u tome što pogon kondukcijom koristi dva odvojena polja — električno kojeg čine elektrode i magnetno sastavljeno od bobine. U indukovano pogonu, električno polje stvara dejstvo talasastog magnetnog polja i tu nema elektroda.

Mogućnost izbora

U konstrukciji podmornice na MHD pogon pojavljuje se još jedna konstruktivna alternativa, tačnije dve konstruktivne mogućnosti koje se tiču potiska vode. Magnetno i električno polje mogu bi-



Ovo je japanska maketa MHD podmornice duge 22 metra, teške 150 tona, maksimalne brzine 18 km/h, kapaciteta deset putnika. Za razliku od američke, ova podmornica namenjena je civilnim potrebama.

ti stvoreni izvan školjke podmornice kada sila potiskuje vodu prema periferiji broda. Potisak, odnosno protok vode može biti stvoren i u unutrašnjim kanalima. Tako, kada sve saberemo, ukazuju se četiri tipa MHD podmornice: kondukcijom sa spoljnim protokom, kondukcijom sa unutrašnjim, odnosno, kalskim protokom, indukcijom sa spoljnim protokom i indukcijom sa kanalnim protokom. Važan, možda i odlučujući korak je u ispravnom izboru najbolje od ove četiri mogućnosti, kojoj će nadalje biti posvećen novac i inženjerska pamet.

Svaka od četiri mogućnosti ima svoje prednosti i mane. Na primer, prednost indukcijom pogona je u tome što mu nisu potrebne elektrode, dakle tu nema korozije, elektrolize, i posebno, nema potencijalnog izvora buke, mehurica. Ali, s druge strane ovim sistemom je teže upravljati. Svaki put kada treba promeniti brzinu, treba regulisati i sinhronizovati frekvencije magnetnog polja, kako ne bi došlo da smanjenja produktivnosti. Takođe, u ovom sistemu, kretanje unatrag je otežano. Generalno gledano, kondicioni pogon omogućava fleksibilnije kretanje.

Spoljašnji ili unutrašnji protok? Unutrašnji, odnosno kanalski protok ima jednu jasnu prednost, a to je veća rentabilnost, manji gubitak energije. Drugo, kada je o vojnoj upotrebi reč, ovaj sistem je diskretniji, tiši, tajniji. S druge strane, on podmornicu čini težom.

Amerikanci, u vojne svrhe i civilni Japanci prihvataju kondukcijom MHD pogon sa unutrašnjim, kanalskim protokom. Ali, to ne znači da su sasvim odbacili indukcijom model. Prema maketi koja je nedavno izložena, japanska podmornica sastoji se od šest glavnih delova. Svaki deo sastoji se od cilindričnog kanala, 2,5 metara dugog, u prečniku 25 centimetara, sa dve paralelne elek-

trode, sa električnim poljem koje je okomito prema magnetu i sa protokom vode duž broda. Ovakva podela na šest sektora povećava ekonomičnost pogona podmornice. Podmornica je duga dvadeset dva metra, teška sto pedeset tona. Njena snaga je osam hiljada njutna, a maksimalna brzina osamnaest kilometara na sat. Može da primi deset putnika. Sve u svemu, ovakve performanse još uvek ne dozvoljavaju komercijalnu upotrebu, ali projekat sigurno napreduje.

Amerikanci još uvek nemaju maketu, ili je barem još uvek nisu pokazali. Trenutno se američki inženjeri najviše bave geometrijskom konfiguracijom podmornice, a uskoro će početi žive eksperimente u eksperimentalnom tunelu.

Buduće podmornice, ma kako rešenja daleko išla, neće biti malih dimenzija, jer to tehnička rešenja ne dozvoljavaju. Ali, u svakom slučaju biće manje od postojećih, po dvesta metara dugih podmornica. U projektima postoje još mnogi nerešeni problemi — tehnička izolacija, korozija elektroda, prilagođavanje na promenu saliniteta i temperature vode, itd. Naravno, najizazovnije pitanje je da li će zaista MH podmornice biti nečujne. One nemaju mobilnih delova kao što su elise, ali njihov pogon stvara sopstvenu buku. Buka potiče pre svega od mehurica koji nastaju u toku kretanja. Električno polje, naime, izaziva elektrolizu vode, odnosno hemijsku dekompoziciju koja se manifestuje stvaranjem mehurica hidrogena, kiseonika i hlora. Ovi mehurici su sasvim mali, prečnik im je dva milimetra na četrdeset pet kubnih centimetara vode, ali ako se nađu u zoni promenljivog pritiska, osciliraju i proizvode vrlo karakterističan zvuk, odnosno, buku. Takođe, podmornicu osim mehurica može odati i magnetno polje i zbog toga je u konstrukciji neophodan „elektromagnetni ekran“ koji poništava tragove elektromagnetnog polja. Dodajemo na kraju i našu nadu da će civilne namene nove podmornice biti važnije od vojnih. ■

□ „Science et vie“

GALAKSIJA



Časopis za nauku i tehnologiju

Broj 236 / Januar 1992. / Cena 100 D

Nobel 1991.
**SREĆAN
VAM**
21. VEK
Nagradni
test

Naseljavanje
Meseca
i Marsa
**Elektrane
u kosmosu**

Dosije:
Inteligencija,
genijalnost,
kreativnost



Solarne centrale u Kosmosu

IZAZOV JAČI OD PROBLEMA

Ideja o izgradnji solarnih centrala u svemiru, rođena pre 20 godina, do danas je prešla dug put: stotinak istraživačkih ekipa iz 15 zemalja radi danas na tom projektu. Krajnji cilj ovog projekta bio bi opasavanje naše planete sa više desetina centrala koje bi davale polovinu ukupnih svjetskih zahteva za energijom do 2030. godine.

Smešten za komandama svoje robotizovane čelije za rad, na 35.000 km iznad ekvatora, inženjer posmatra promicanje 50.000 tona teške orbitalne platforme sa osećanjem ravnodušnosti koje odaje naviknutost na takav prizor. Ovo je njegovo četvrto putovanje tog meseca. Taj čovek upravlja procesom zamene fotogalvanskih čelija oštećenih usled dejstva meteorita na četrdeset prvu svemirsku solarnu centralu. U pitanju je hitan slučaj: bez intervencije njegove ekipe, jugo-istok Azije mogao bi uskoro da ostane bez električne energije.

Nalazimo se, naravno, u 2030. godini, a inženjer o kome je reč, možda se još nije ni rodio. Ideja o iskorišćavanju izvora sunčeve energije u prostoru iznad zemljinog atmosferskog filtera, nije u potpunosti nova. Svetska potrošnja energije u toku jedne godine odgovara solarnoj energiji koju Zemlja crpi od Sunca za svega 40 minuta! Ideja čiji je začetnik pre 20 godina bio Piter Glaser, tada zamenik predsednika američke kompanije za istraživanje „Arthur D. Little“, osvojila je veliki broj naučnika.

Okolo sto ekipa iz 15 zemalja angažovano je na programu istraživanja čiji je cilj proveravanje ispravnosti raznih tehnoloških opcija predloženih za potrebe ovog programa. Organizacije „Eurospace“ iz Evrope, Akademija nauka iz SSSR-a, „Sunset Energy Council“ iz SAD, Svemirski i Naučni Institut iz Japana, odredile su više od po deset naučnika za istraživanje ovog projekta.

U Kosmos — bez goriva!

Ovaj, kako je nazvan, „Ikar trećeg milenijuma“, zaista poseduje moć da općini: smeštena u orbitu i podvrgnuta dejstvu sunčevog fluksa snage 1400 vata po metru, takva centrala bi bila u stanju da prikupi 40 odsto više energije ne-

go što bi to bilo moguće sa Zemlje. Nkakve klimatske nepogode ili smenjivanje dana i noći ne bi imali uticaja na njen rad, drugim rečima, ta centrala bi bila operativna 24 sata dnevno.

Ali kako bi jedna takva centrala izgledala? NASA je zamislila dva scenarija koji se danas smatraju projektima koje međunarodna naučna zajednica mora uzeti u obzir. Prema prvom scenariju, potrebno je izgraditi konstrukciju dužine deset i širine pet kilometara, koja bi bila obložena pločama izrađenim od silicijuma. U Francuskoj, istraživači CNRS-a i Centra za nuklearna istraživanja u Strasburu ispituju mogućnosti značajnijeg povećanja kapaciteta kolektora sunčeve energije. U teoriji, količina električne energije koja bi bila dobijena na taj način, iz solarne, procenjena je na 70 odsto. Korišćenjem multispektralnih čelija smeštenim u pločama, od kojih bi svaka bila osjetljiva na jedan deo sunčevog spektra, performanse tih čelija bi se mogle jako približiti ovoj teorijskoj vrednosti.

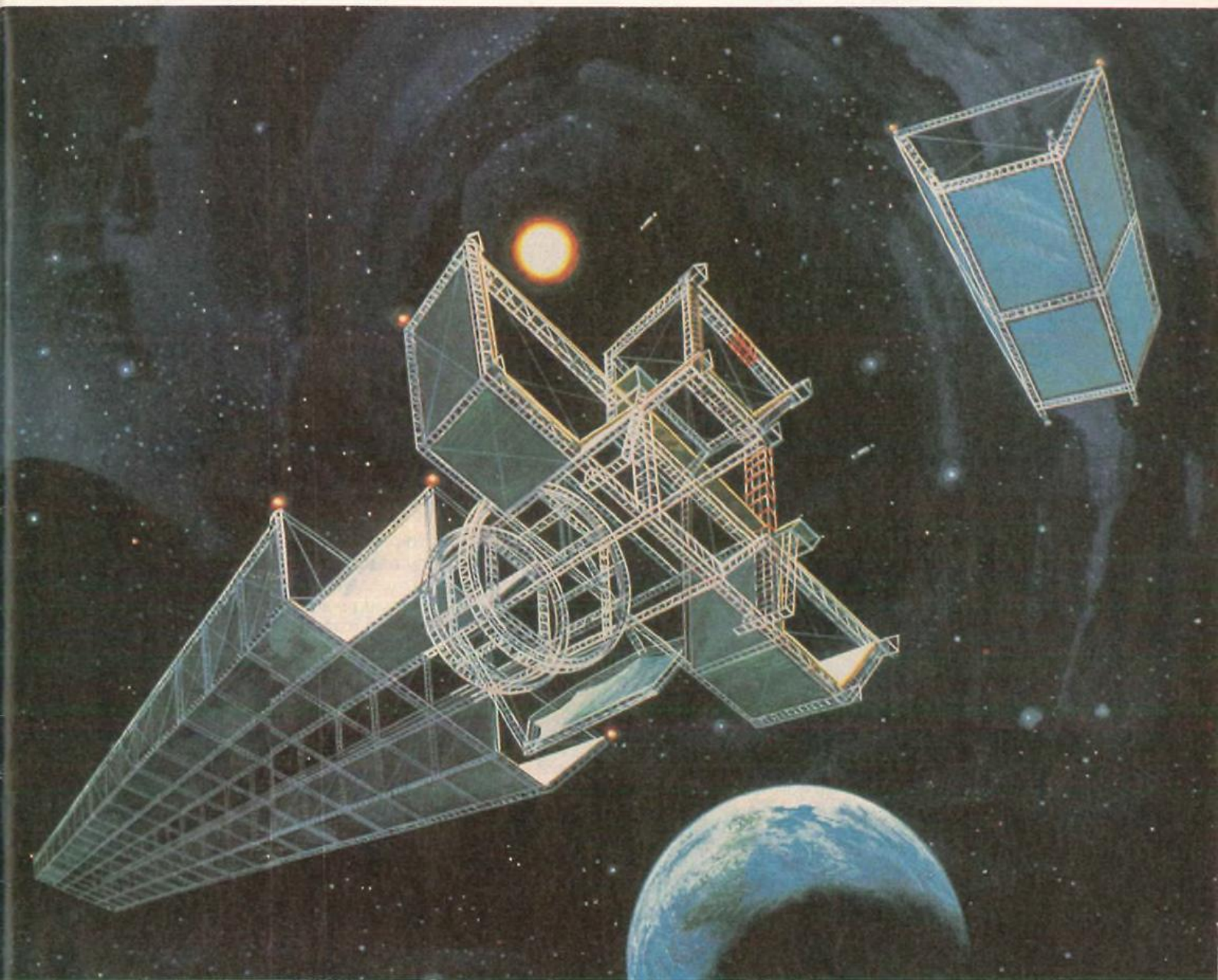
Što se same svemirske stanice tiče, energija koja bi bila pretvorena u jednosmernu struju uz pomoć fotobaterija prenosila bi se na Zemlju pomoću snopa mikro-talasa, uz pomoć antene prečnika jedan kilometar, sastavljene od sloja cevi koje bi napajale mrežu predajnika. Spojena sa satelitom preko pokretnog zgloba, ova antena bi rotirala jedanput dnevno, kako bi bila u stanju da prati prijemnu stanicu na Zemlji, dok bi solarna ploča ostala okrenuta u pravcu Sunca. Centrala ovog tipa bi mogla da obezbedi snagu jednaku onoj koju daje nuklearna elektrana, a da pri tom ne proizvodi otpatke, niti da stvara probleme povezane sa pouzdanosću rada: proizvodnja bi iznosila oko 5.000 megavata.

„Energetske potrebe trebale bi da do 2025. godine dostignu cifru od 20 do 25

teravata (1 teravat = 10^{12} vati)“, smatra Entoni Martin, jedan od najvatrenijih pobornika koncepta solarnih centrala, koji radi u britanskom „Space Application Center“. Po njemu, energija koju će tada proizvoditi hidro i nuklearne elektrane, kao i ona dobijena iz ruda, neće dostizati ni polovinu svjetskih potreba. Bazirajući svoje analize na ovakvim perspektivama, NASA smatra da je potrebno postaviti u svemir pedeset do šezdeset solarnih centrala, da bi njihovo korišćenje bilo isplativo.

I mada su ovakve ambicije malo preuranjene obzirom na sadašnji nivo svemirske tehnologije, krajnji cilj snažno motiviše istraživače, i to s pravom: masa od po 5.000 tona po stanici, što je pet puta teže od Ajfelove kule, predstavljaje zaista posebnu atrakciju. Međutim, u ovom trenutku je u svemir moguće poslati samo 100 tona opreme i to po ceni od 200.000 francuskih franaka po toni. Po toj ceni, slanje potrebnog materijala za izgradnju samo jedne centrale, iznosio bi čak 10.000 milijardi franaka! Aeronaautički konstruktori, posebno Boingovi, dali su se u konstruisanje prvih „svemirskih teretnih brodova“ koji bi prenosili četiri puta veće terete od sada mogućih. Jedan od najrazrađenijih planova Boing-a predviđa čak pretvaranje lansera — sačinjenog iz više delova koji se danas odvajaju od svemirske kapsule nakon potrošenog goriva — u vozilo koje bi se moglo ponovo iskorišćavati za nekih 150 lansiranja potrebnih za slanje materijala i svemirskih radnika.

„Ukoliko želimo da postupamo ispravno — objašnjava Lisjen Dešan, odgovoran za ovu misiju pri Direkciji za istraživanje i proučavanje u „Electricité de France“, trebalo bi umanjiti sadašnju cenu lansiranja za faktor 100, kako bi se potvrdila ekonomska isplativost projekta.“ Takva perspektiva je, međutim, nezamisliva, obzirom na izuzetno visoke cene proizvodnje postojećih hemijskih goriva. „Zašto u takvom slučaju ne bismo izbegli korišćenje goriva?“ pita se Dešan. Ova ideja koju deli i Piter Glaser, nije uopšte tako neozbiljna, kako se čini na prvi pogled. Sastojala bi se u tome da se koriste elektromagnetni topovi, korišćeni najpre za vojne potrebe, kao politisni uređaji. Koncept je jednostavan: jednosmerna struja koja prolazi između dve paralelne šine proizvodi jako magnetno polje. Ubačen između tih šina, projektil indukuje kratak spoj. Reakcija se može uporediti sa dva magnetna čiji su polovi isto namagnetisani — odbijaju se. Razlika je samo u tome što magnetno polje, koje proizvode topovi na više kilometara, na kraju izbaci projektil koji dostiže balističku brzinu od 20 km/s. Na takav način izbačena masa bila bi podvrgnuta ubrzanju od 2×10^5 g! To su ta-



Na 35.000 kilometara od Zemlje na orbitalnoj stanici u toku je izgradnja solarne svemirske centrale. Desno je vozilo velike električne provodljivosti.

kva dejstva da će se morati razmišljati o načinu fiksiranja tereta kako ne bi došlo do njegovog oštećenja. Kada prestane dejstvo zemljine gravitacije, tereti bi bili spojeni u module od po 5000 tona. U odsustvu gravitacione sile, električni propulzeri, jeftiniji od hemijskih goriva, uspešno bi mogli da zamene motore. Finalno montiranje modula obavljalo bi se u orbiti.

Prema drugima, ekonomičnija varijanta bila bi naseljavanje Meseca, jer bi to omogućilo dobijanje tehnički dostupnijih rešenja.

Kome pripada Kosmos?

Ovo zapravo predstavlja drugi scenario NASE. Dosadašnja laboratorijska istraživanja pokazuju da je sastav me-

sečevog tla takav da bi izgradnja solarnih centrala bila sasvim izvodljiva: gvožđe neophodno za dobijanje čelika za izgradnju čvrstih nosača platformi čini 13 odsto sastava tla. Aluminijum koji bi se koristio za izgradnju noseće konstrukcije, zastupljen je sa 7 odsto, kalcijuma, od koga bi se mogla napraviti izuzetno otporna keramika, ima 8 odsto, a silicijuma, predviđenog za solarne ploče, 21 odsto. Čak i kiseonik koji čini 42 odsto atmosfere, mogao bi da posluži kao osnova za izradu goriva za vozila. Ono što ovu ideju čini posebno prihvatljivom je nepostojanje sila privlačenja. Transport tereta od Meseca do geostacionarne zemljine orbite zahtevao bi 22 puta manji utrošak energije od onog potrebnog za prelaženje tog istog puta, ali u suprotnom smeru.

Podržavajući ovu tezu, istraživači Centra „Arthur D. Little“ dokazuju, koristeći druge analize, da bi korišćenjem

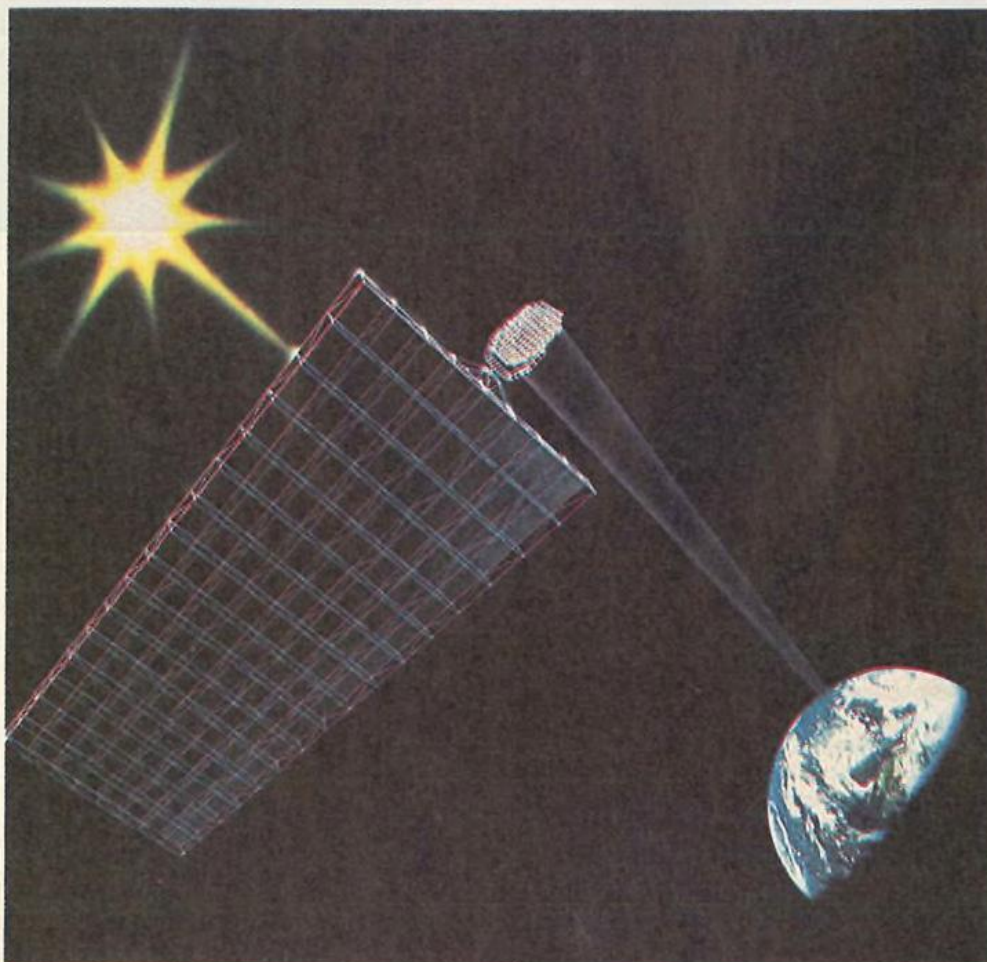
80 odsto ovih materijala koji ne potiču sa Zemlje, cena izgradnje solarnih centrala bila čak tri puta manja u odnosu na proizvodnju na Zemlji.

Iz ovakvog postupka eksploatacije, mogla bi se razviti prava svemirska industrija. Ona bi podrazumevala izgradnju fabrika za rafinisanje minerala, izgradnju topionica, velikih kompleksa za montiranje. Već se zna da bi stotinak osoba bilo zaposleno u orbiti, na samoj izgradnji centrala, tj. montiranju prefabrikovanih delova. Korišćenje alata za proizvodnju na mesečevom tlu, zahtevaće bar još toliko ljudi. Na Zemlji će takođe biti realizovani ogromni projekti, na primer, projekat hvatanja ogromnih snopova talasa. Eliptični receptori od 10×13 kilometara prikupljali bi dragoce- ne kW sate i upućivali ih prema stanicama za pretvaranje u naizmeničnu struju.

Pojedini inženjeri iz japanskog Instituta za svemir i astronautske nauke raz-



Ovo je ogromna antena (13/10 km) za prijem energije na Zemlji



mišljaju čak o jednoj svetskoj električnoj mreži koja bi podrazumevala prenos energije satelitima do bilo kog kraja Zemaljske kugle. Bilo bi znači moguće „hvataći“ svoju struju kao što se danas hvataju razni televizijski kanali. Ovaj princip je već krajem 70-ih godina proveren u praksi, pomoću stanice Goldstone sa američke „Jet Propulsion Laboratory“. Snaga od 30 kW/h je tada prenetu u atmosferu pomoću snopa mikro-talasa, na udaljenost od 1,6 km. Ispitivanje je trebalo da dokaže da talasi vrlo visokih frekvenci (2450 MHz) mogu bolje od bilo kojih drugih talasa da transportuju odavanje značajnih količina energije, beležeći pri tom samo male gubitke od oko 15 odsto.

U principu, uređaj testiran u Goldstonu trebao bi da reaguje na isti način i u svemiru. Međutim, američki istraživači iz „Center Power Space“, jednom od sektora NASE, želeli su da u praksi provere ovu hipotezu. Iz tog razloga su programirali izvođenje eksperimenata koji bi omogućili proveru kvaliteta transmisije, u odsustvu kiseonika.

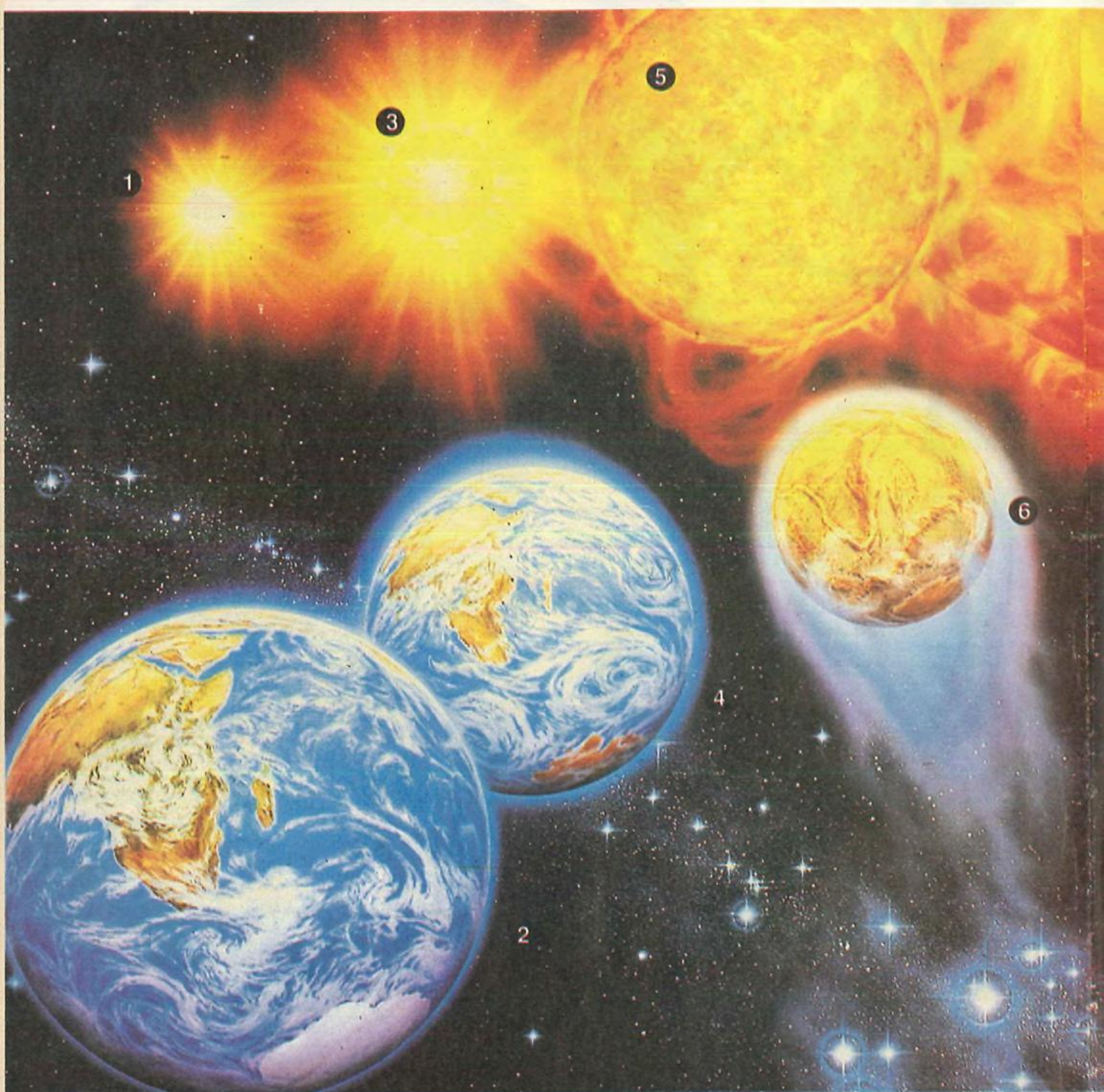
Japanske istraživače posebno interesuju posledice koje korišćenje mikro-talasa može imati na jonosferu. „Ukoliko bi se radilo o snazi jednakoj onoj koja se koristi u komunikacijama, posledice bi bile beznačajne“, objašnjava Hiroši Matsumoto sa Univerziteta u Kjotu. „Ali gustina mikro-talasa koji se koriste za prenos energije je dvanaest puta veća“. Inženjere brine to što bi takav snop, koga apsorbiruje najviši sloj atmosfere, mogao lokalno povećati kinetičku energiju, odnosno, temperaturu slobodnih elektrona. Japanska istraživanja predviđena za 1992. godinu omogućile analiziranje lokalnih reakcija jonosfere podvrgnutoj jakom polju mikro-talasa.

Do tada, više prizemnijih pitanja našla su svoje mesto u studijama: ko će finansirati takav program? Kome će on koristiti? Da li eksploatacija energetske solarnih rezervi i materijala koji se ne nalaze na Zemlji može uticati na definisanje nekih novih granica? I koliko još drugih pitanja koja za sada ostaju bez odgovora...

Naklonost celog sveta prema ovom projektu je očigledna. Međutim, mogućnost dogovora je očigledno manja. Teško je naravno ostati ravnodušan pred mogućnošću iskorišćavanja jednog obećanog tržišta. „Još 1976. godine, osam ekvatorijalnih zemalja je u Bogoti usvojilo deklaraciju kojom se smatra da je geostacionarna orbita prirodan resurs“, navodi primer Gabriel Laferandri, pravni savetnik evropske svemirske Agencije. „Prema tom principu, te zemlje zahtevaju suverenost nad delom orbite koja se nalazi iznad teritorija njihovih zemalja.“ Rat za orbite je izgleda već započeo! ■

□ „Sciences et Avenir“

Sunce osvetljava fotovoltaični panel (10×5 km).



Kroz pet milijardi godina

ZEMLJA NA POLA PUTA

Rođena u haosu, ona će opet postati prašina. Naša lepa, sredovečna planeta — danas je na polovini svog života.

SMER NEIZBEŽNE KRAJNJE KATASTROFE

Sunce (1) neće osvetljavati večito našu plavu planetu (2). U prvoj etapi, zbog nedostatka goriva (vodonik) ono se uvećava bivajući još toplije (3). Na Zemlji, klima vrlo brzo biva poremećena i uskoro se tope polarne sante (4). Dok je Sunce u svom uvećanom obliku i gorućem stanju (5) na našoj planeti isparavaju oceani (6). Za otprilike 5 milijardi godina, obim naše zvezde (7) biće kao Merkurova, Venerina, pa Zemljina putanja, proždravši ove planete (8). Jednoga dana, ovaj „crveni džin“ će eksplodirati (9). Ostaće blistava koštica, „beli patuljak“ (10). Ovaj plamičak će biti sva svetlost našeg sunčevog sistema.

Kada bi se čitava istorija naše planete koncentrisala u jednoj godini, primati se ne bi pojavili sve do trideset prvog decembra, negde oko podne, a čovek bi se ukazao petnaest minuta pre ponoći!

Sve je počelo da se dešava pre više od pet milijardi godina. I ako se onda, taj sudbinski događaj odvijao bez nas, danas imamo mogućnost, da rekonstruišemo šta se, zapravo, tada događalo. Naša čudesna kugla proizvod je kosmičke smese vodonika i helijuma, koja je iznedrila Sunce i njegovih devet pratećih planeta, zajedno sa još nekoliko zvezdanih sistema.

„Danas znamo da se zvezde rađaju u grupama, u krilu velikih galaktičkih oblaka“ — objašnjava astrofizičar HJUBERT RIVS. Naš deo kosmosa raspaljen je nuklearnom vatrom. Kako? U jednom trenutku, u oblacima materije počeli su da se odvijaju brojni procesi. Na nekim tačkama čestice materije spojile su se u grozdove. Čestice materije, atomi, zbijali su se u sudarima oslobađajući elektrone tokom miliona godina, stvarajući fabuloznu kosmičku oluju. A kada je energija postala toliko jaka da je dostizala milione stepeni, nuklearni plamen zahvatio je **svoj komad kosmosa**.

Jezgro se raspalo, izbacilo energiju, mešajući se sa drugim jezgrom, pa sa trećim. ... lančana reakcija se pokrenula. Odlučujući trenutak: Sunce se aktivira. Oko ove aktivne ose zvezdanog sistema grupišu se druga tela. Iz sloja omotača razvija se disk i u njegovoj unutrašnjosti se formiraju krhki oblici, koji postaju sve čvršći i naleću jedno na drugo u stravičnom, opštem sudaru. To je kaos. Veća tela apsorbuju ona manja. U centru čitave te mase, Zvezda postaje sve veća.

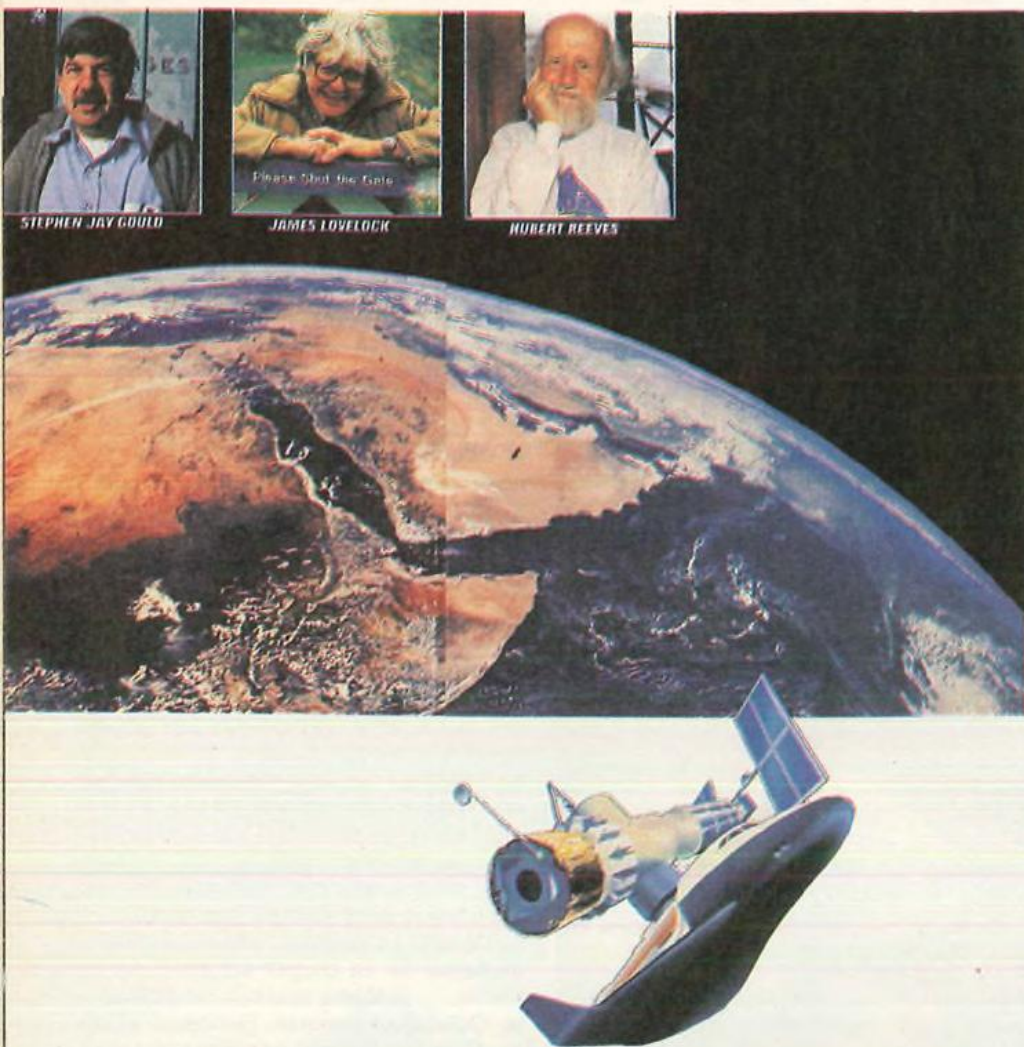
Eto, pre 4,5 milijardi godina, mnoštvo planeta i sunčev sistem, već su rođeni. Slučaj, čudo, nužnost, ili neminovna doslednost?

Izvor života

Treća po redu od Sunčevih planeta, naša Zemlja, 300 000 puta manje mase od svoje zvezde, nije ništa drugo do obično parče stene. Sastavljena od gvožđa, magnezijuma i silicijuma, elemenata koji su činili kosmički omotač na 150 miliona kilometara od Sunca. Ta lopta obide 900 miliona kilometara svoje orbite brzinom većom od 100.000 km na čas. Sto puta je brža od metka ispaljenog iz puške!

Kako je nastao život na jalovoj Zemljinoj površini? Postoji nekoliko hipoteza. Ona standardna glasi da je Zemlja poput stene koja se progresivno zagrevala u svojoj unutrašnjosti zbog radioaktivnih elemenata u svom jezgri.

„Pre 700 miliona godina stena je po-



čela da se topi i lava se razlila po površini, puštajući razne gasove." — zaključuje američki geofizičar ROBERT DŽESTRON.

Verovatno lišena prethodnog atmosferskog omotača, planeta je počela da ga stvara, kao da je na neki način bila geološki programirana za ovaj poduhvat. Ali avaj! Taj vazduh, bio je sastavljen od ugljenika, metana, amonijaka i vodene pare. To su elementi i jedinjenja koja imaju malo veze sa onim vazduhom koji mi danas udišemo. Scenario je uskoro počeo ubrzano da se razvija. U toj smesi gasa i vode, pojavio se život. Prvi lanci složenih molekula, koji su se formirali spontano, počeli su da se udvajaju. Zatim su se opet zatvorili u same sebe. U tim „mehurovima“ organizovao se život. Bili su obloženi membranama koje filtriraju ono što je potrebno.

Na skrovitim mestima pojavile su se i prve bakterije. Ovo brborenje života je uskoro počelo da nalikuje kakvoj eksploziji. Bakterijskoj mašini nije manjkalo „goriva“: tu je Sunce, koje emituje energiju organizmima sposobnim da je vezuju.

Novi svet se svom žestinom transformiše, gradi od ugljenika, cinka, gvožđa,

bakra. Menjajući se, planeta je ovoga puta obogaćena kiseonikom (21%), „gorivom“ najefikasnijim za hemijske reakcije neophodne za život, i azotom (79%). Ovaj gas ima dve funkcije. S jedne strane: flora ga koristi da bi se razvijala i sakupljala ugljenik; s druge: zbog svog relativno neutralnog karaktera, on je sposoban da „održava“ atmosferski pritisak na nivou prihvatljivom za složeni život — objašnjava DŽEMS LAVLOK, „otac“ ove hipoteze, prema kojoj je Zemlja živo biće.

Naše postojanje na ovoj krhkoj planeti je pravo čudo: da je Zemljina orbita bila smeštena nekoliko hiljada kilometara bliže Suncu, njena voda bi isparila, kao što je to bilo sa Venerom.

Zagrejana do preko 500 stepeni, poprskana kišom sumporne kiseline, naša planeta ne bi mogla pružiti uslove za život. Da je bila dalje od Sunca, da joj je nedostajalo vode, Zemlja bi doživela suprotnu sudbinu, kao Mars: večitu zimu, malo pogodnu za razvoj vegetacije i životinja.

Gde je nastala voda? Poreklo 1,3 miliona miliona miliona tona tečnosti, koja je činila „krv“ planete, nikada se nije utvrdilo sa sigurnošću. U njenom vo-

Na satelitskom snimku je Srednji istok kao na dlanu. Vizuelni uvidom uz pomoć visoke tehnologije čovek je shvatio svu lepotu i gracioznost svoje planete. U teorijskom smislu najznačajnije doprinose shvatanja postanka, razvoja i budućnosti Zemlje u poslednje vreme dali su Stiven Džej Guld (evolucionista), Džejms Lavlok (klimatolog) i Hjubert Rev (astrofizičar)

denom krilu koje su ugrijali podvodni vulkani ili u močvarama pri obali, koje je kupalo sunce, uobličavao se život.

Kako usporiti smrt Sunca?

Izvesni naučnici idu tako daleko da misle kako bez Meseca i njegovih efekata na Zemlji ne bi bilo života. A naš satelit se sve više udaljava, nekoliko santimetara godišnje. Ovaj pomak, kažu naučnici, izaziva i promene u Zemljinoj rotaciji. To ne izgleda, međutim, naročito važno, s obzirom na mnoge druge čudne pojave vezane za Zemljin položaj u odnosu na Sunce.

Zemlja je sada na polovini svoje istorije. Na kraju druge ere, otprilike isto toliko dugo koliko i ova koja je na izmaku — ispariće u kosmosu.

Sunce će, istrošivši najveći deo vodonika u nuklearnim reakcijama, zasijati u poslednjem grču. Dosegnuće do orbite Venere, možda, isušivši Zemlju do temperature od preko 1000 stepeni. Prema tome, ako se poštuje logika evolucije, naša vrsta može vrlo „brzo“ da nestane sa ovoga sveta.

Možda možemo da potkrepimo Sunce novim „gorivom“, da mu nekako produžimo vek, kako bi nas i dalje grejalo. Ili pak, da pronademo gostoljubivije predele kosmosa. Još jedna solucija: pokrenuti Zemlju džinovskim motorom i preneti je u neku drugu orbitu. Zvuči sasvim suludo? Možda. Za sada, mi smo deca svemira: naši najvažniji i najneophodniji elementi, rođeni su u oblacima kosmičke prašine. A kada i mi iščeznemo, ostaće čestice protkane u vasioni, i iznova stvoriti prvu kosmičku materiju. Život se zatim opet sastavlja i gradi od naših čestica, među milijardu milijardi sunca, koja neumorno osvetljavaju noć vremena. ■

■ B. P.

Budućnost stalnih naseobina na Meseu i Marsu

NEBESKE KOLONIJE

Naučnici bi želeli da od Meseca naprave divovsku opservatoriju koja bi bila u stanju da astronomiji otvori sasvim nove horizonte, kao i svemirsku luku za dalje prodore; što se tiče Marsa, njemu je namenjena još uzbudljivija sudbina. . . on bi trebalo da ozeleni, da postane druga Zemlja! Da li je ovo samo vizionarsko bunilo ili ambicija po meri velikih projekata čovečanstva?

Kada su se tog decembarskog dana 1972. godine astronauti *Ju-džin Sernan* (Eugene A. Cernan) i *Harison Smit* (Harrison H. Schmitt) ukrkali u modul misije *Apolo 17*, sa 117 kilograma brižljivo odabranog lunarnog kamenja, znali su da se tako završava ova faza čovekove avanture na Meseu. NASA je tada sve svoje snage usmerila na projekt *Šatl*, a Sovjetski Savez se posvetio proučavanju *Venere* i stalnim orbitalnim stanicama sa ljudskom posadom. Pet godina posle završetka programa *Apolo* Zemlja je odlučila da prekine i poslednje veze sa seizmografskim aparatima instaliranim

na Meseu. Tako je Zemljin prirodni satelit pao privremeno u zaborav, sve do 1986. godine. Tada je *Tomas Pej*, predsednik komisije američkog kongresa zadužene za projekte budućnosti predložio kao glavne ciljeve za prvih tridesetak godina 21. veka uspostavljanje stalne ljudske naseobine na Meseu i misiju na Mars.

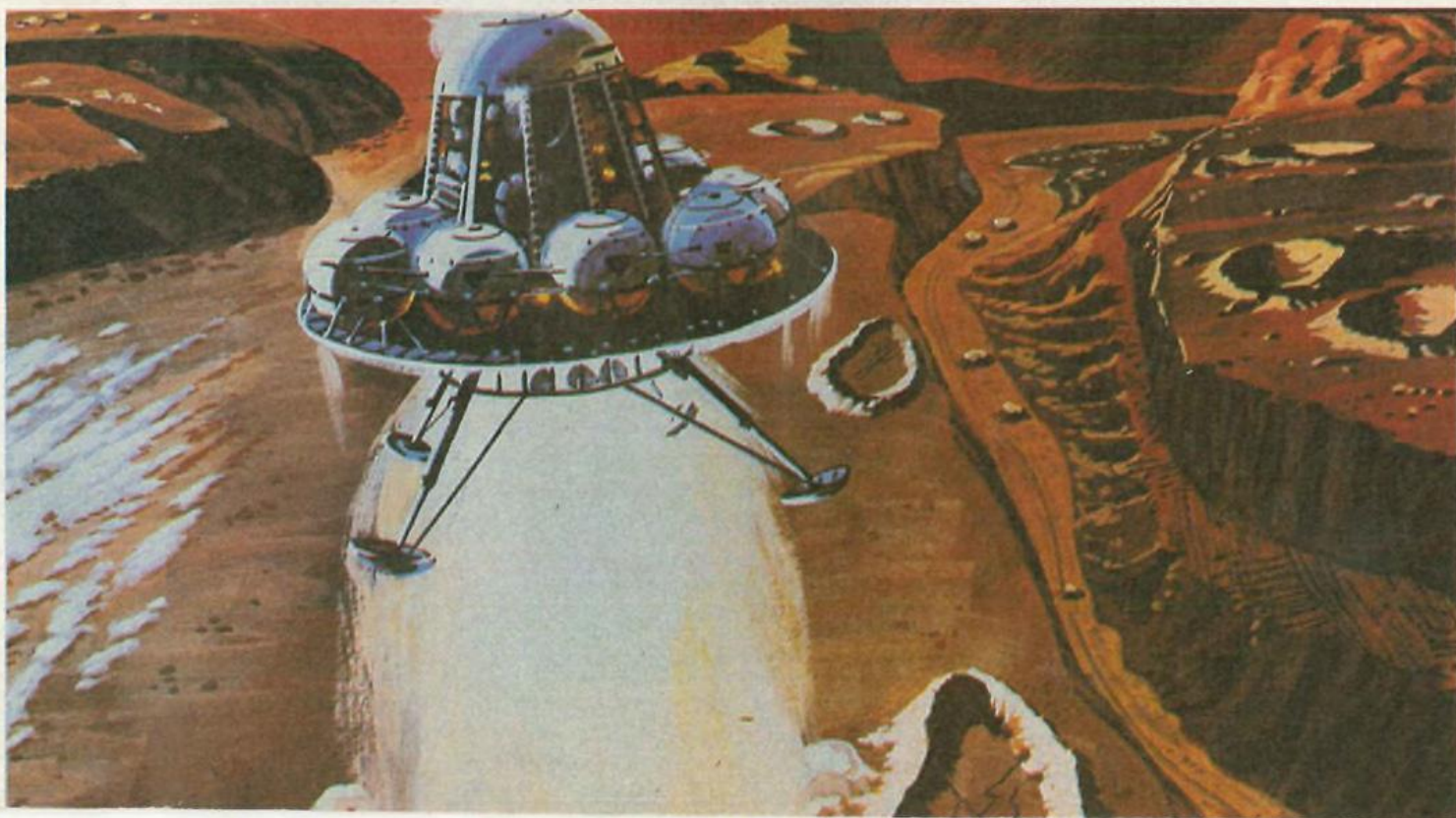
Povratak na Mesec

Za istraživanje Meseca, zainteresovana je u prvom redu nauka. Zemljin pratilac ostaje, naime, još uvek velika nepoznanica, bez obzira na to što su analize uzoraka tla donetih tokom misija

Apolo i *Lunohod* revolucionisale naša saznanja. Sada znamo da Mesečevo stenje sadrži kiseonik, magnezijum, aluminijum, silicijum, kalcijum, titan, gvožđe. Takođe je utvrđena njegova starost: oko 4,6 milijardi godina. Ipak, sve dosadašnje misije su bile usmerene ka ekvatorijalnoj oblasti Meseca. Predeo oko polova je nedovoljno proučen i nedovoljno kartografisan, a njegovo poreklo nije dovoljno razjašnjeno.

Mesec, na izvestan način, sadrži pamćenje Sunčevog sistema. Lišeno zaštitnog vazdušnog omotača i magnetnog polja, tlo Meseca je direktno izloženo kosmičkom zračenju i fluksu čestica Sunčevog vetra, tako da registruje sve promene. Ova neverovatna „arhiva“ datira od pre tri milijarde godina, kada je zamro unutrašnji život Meseca. Istraživanja u ovom pravcu, zajedno sa detaljnim kartografisanjem, bi bila započeta projektom *Lunar Orbiter* (koji bi se sastojao od jednog ili više satelita na putanju oko Meseca). Ovo je neizbežna faza u pripremi za ambicioznije ekspedicije. Ali, oblast nauke koja najviše očekuje od stalnog čovekovog prisustva na Meseu je svakako astronomija (o opservatorijama na Meseu smo pisali u „Galaksiji“ od juna 1991. godine i u ovom broju). Podsetimo se: odsustvo atmosfere, nepostojanje jonosfere koja bi ometala radio talase, zanemarljiva seizmička aktivnost tla, noći u trajanju od 14 dana, postojanje kratera dovoljno dubokih da obezbede večitu noć, cela jedna hemisfera potpuno zaštićena od

Ilustracija sonde koja će istraživati sastav zemljišta na Marsu



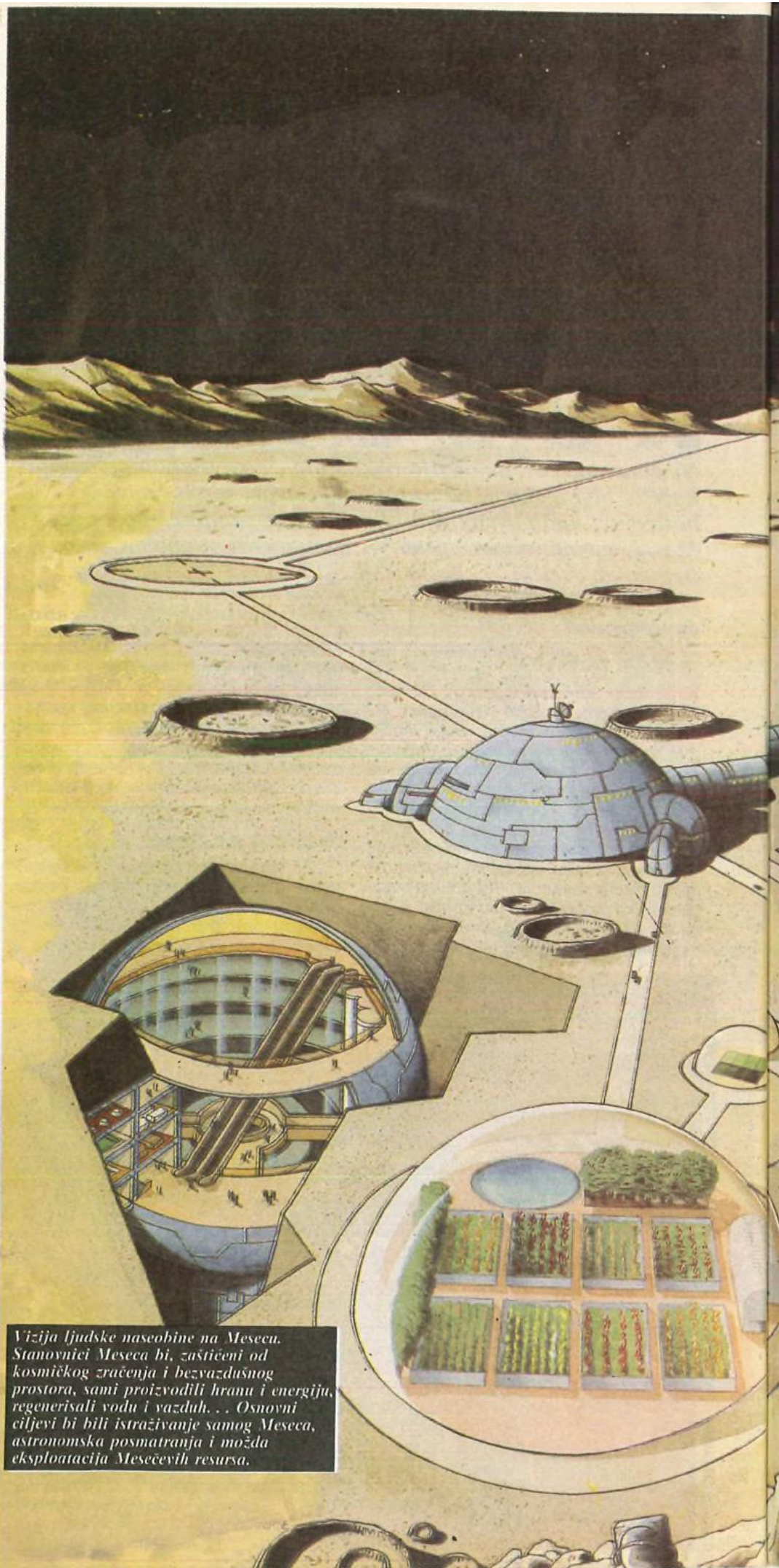
ometajućih radio talasa sa Zemlje... sve ovo čini Mesec idealnom platformom za pogled ka svemiru.

Eksploatacija Mesečevog tla je jedna od omiljenih ideja mnogih futurista. Čovek bi iz minerala dobijao razne metale i kiseonik i koristio bi ih, ako ih već ne bi transportovao na Zemlju (ovako proizvedeni i dopremljeni metali bi na tržištu bili svakako nesrazmerno skupi), u izgradnji infrastrukture same Mesečeve baze. Međutim, kako tvrde stručnjaci, svi ovi metali mogu da se nađu u tlu Zemljinog satelita samo u obliku oksida, te bi za njihovu ekstrakciju bile potrebne enormne količine energije. Neki vide moguće rešenje za ovaj problem: helijum-3, koji na Zemlji praktično ne postoji, na Mesecu nastaje pod dejstvom Sunčevih zraka i može se naći u relativno znatnim količinama. Fizičari uz svu obazrivost počinju helijum-3 da smatraju elementom koji bi bio u stanju da omogućiti kontrolisanu termonuklearnu fuziju.

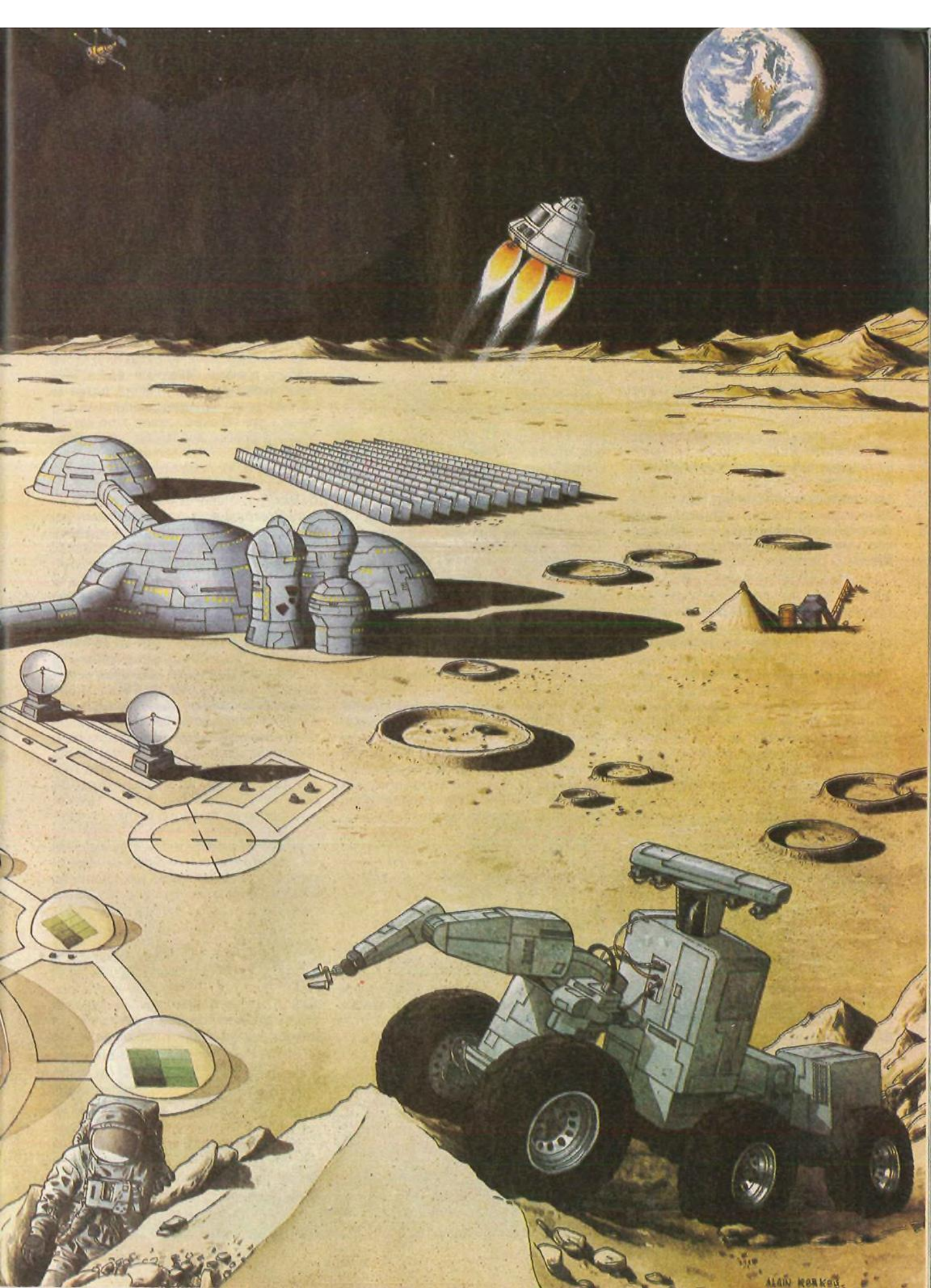
Osvajanje negostoljubivog suseda

S obzirom na brojne probleme sa kojim se suočava ovakav projekat na negostoljubivom Mesecu (sa beskrajno dugim noćima, temperaturnim varijacijama od $+130^{\circ}\text{C}$ do -200°C , konstantnom izloženošću kosmičkom zračenju, bez atmosfere...), stalna baza na Mesecu bi se mogla uspostaviti uz brojne pripreme, kroz nekoliko etapa. Tako jedan od scenarija predviđa prvu fazu istraživanja u trajanju od deset do petnaest godina, a koju bi obavile stanice na orbiti oko Meseca i relejni sateliti. Druga faza istraživanja bi bila poverena automatskim vozilima opremljenim robotskim laboratorijama. Ova faza pretpostavlja dosad postignuti nivo kosmičke tehnike: trenutno postojeće rakete-nosači bile bi u stanju da dopreme na Mesec svu potrebnu opremu. Posle petogodišnjeg pripremnog rada ovih robota, bile bi dopremljene velike mašine sposobne da izgrade Mesečevu naseobinu, sa svom potrebnom infrastrukturom. U ovoj fazi će biti neophodne nove, moćne rakete-nosači, sposobne da ponesu barem 12 tona korisnog tereta. Ovaj zahtev će verovatno moći da ispuni raketa-nosač „Energia“. Dakle, uspostavljanje baze prve generacije sa tri do četiri astronauta može da se očekuje najranije *petnaestak godina po početku programa*. Prisustvo ljudske posade će postati neophodno u onom trenutku kada bude započela instalacija i puštanje u pogon složenih aparatura kao što su interferometri.

Prethodno, međutim, moraju da budu rešeni brojni problemi. Kako, na primer, obezbediti pouzdanu zaštitu od radijacije iz kosmosa, posebno od intenzivnog bombardovanja visokoenergetskim česticama u fazama povećane aktivnosti Sunca? Predlažu se dva rešenja: izgradnja podzemnih stambenih i radnih prostorija i „blindiranje“ debelim



Vizija ljudske naseobine na Mesecu. Stanovnici Meseca bi, zaštićeni od kosmičkog zračenja i bezvazdušnog prostora, sami proizvodili hranu i energiju, regenerisali vodu i vazduh... Osnovni ciljevi bi bili istraživanje samog Meseca, astronomska posmatranja i možda eksploatacija Mesečevih resursa.



zaštitnim omotačem. Drugi problem koji je potrebno rešiti jeste snabdevanje energijom. Veliki panovi sa fotočelijama bili bi idealno rešenje — kada lunarne noći ne bi trajale dve nedelje! Zato bi bilo potrebno pronaći mogućnost akumulisanja velikih količina energije, ili, ako ovo nije moguće, usmeriti se na nuklearnu energiju. Što se tiče snabdevanja hranom, vodom i vazduhom, rešenja će zavisiti od tehnološkog razvoja u narednim decenijama. Dok će prve misije biti verovatno snabdevane sa Zemlje, dotle će se u slučaju stalnih naseobina (posebno ako se radi o većem broju ljudi) težiti samodovoljnim, zatvorenim ekološkim sistemima koji će obezbedivati ciklus biološke regeneracije vazduha, vode, uklanjanje otpadaka, a i izvesnu (možda i potpunu) prehrambenu autonomiju. Istraživanjima u ovom pravcu se posebno bave sovjetski stručnjaci kroz program BIOS.

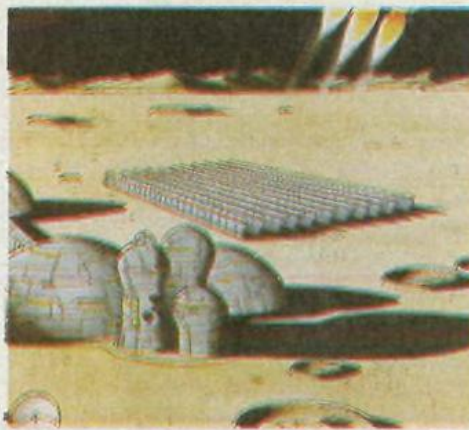
Još nije rešeno kako obezbediti kontrolu uslova (temperature, vlage, kruženja materija) u zatvorenom sistemu. Činjenica je da će ovo zahtevati dosta komplikovanu i glomaznu infrastrukturu, kao i velike količine energije.

Mars

Na Marsu bi se samo u prvoj fazi ljudske „invazije“ instalirale baze pod kupolama slične onima kakve se predviđaju na Mesecu. U drugoj fazi klima Crvene planete bi se kontrolisano menjala (tj. „teraformirala“), pretvarajući ovo negostoljubivo nebesko telo u drugu Zemlju, za manje od jednog veka! Tri američka naučnika su prihvatila izazov da mogućnost ovoga i dokažu: *Kristofer MekKej* (Christopher McKay) i *Ouven Tun* (Owen Toon) iz NASA-e, kao i *Džejms Kasting* (James Kasting) sa Pensilvanijskog državnog univerziteta. Oni svoje tvrdnje zasnivaju na rezultatima brojnih svemirskih misija upućenih ka Marsu, počev od 1965. godine.

S obzirom da do sada nisu otkriveni čak ni primitivni oblici života na Marsu, egzobiologija planira „izvoz“ zemaljskog života. Mars bi u početku pružao utočište primitivnijim (i otpornijim) biljkama (alge, mahovine i lišajevi), da bi kasnije — u meri u kojoj bi se klima sve više prilagođavala — mogle da opstanu i više biljke. Pored Venere, Mars je planeta najbliža Zemlji, što svakako minimalizuje troškove ovakvog poduhvata. Ali to nije jedini razlog zašto je Crvena planeta gotovo idealna za ovaj projekt. Uprkos klimi negostoljubivoj prema bilo kojem obliku života, brojni uslovi na Marsu odgovaraju potrebama hlorofilnih biljaka i autotrofnih bakterija: ima dosta svetlosti, ugljen dioksida, a ispod površine ima i vode u čvrstom stanju. Otvornih gasova u atmosferi nema. Prema tome, izgleda da bi se „teraformiranje“ ove planete moglo obaviti uz isključivo korišćenje hemijskih sastojaka na Marsu već prisutnih.

Sastav Marsove atmosfere je po prvi



Najpristupačniji izvor energije na Mesecu je sunčeva svetlost. Ali, na Mesecu noći traju po dve nedelje. Kako akumulirati energiju?

put analizirala 1965. godine američka sonda Mariner-4, utvrdivši 95 procenata ugljen dioksida, 2,7 posto azota, 0,13 posto kiseonika i 0,035 posto vodene pare. S obzirom na slabu gravitaciju (u pola slabije od Zemljine), atmosfera je veoma retka: vazdušni pritisak ne prelazi 10 milibara. Usled toga, jedva da i postoji efekt staklene bašte, što uzrokuje velike temperaturne amplitude (na primer, na ekvatoru od -730 tokom noći do +220 u podne). Osvešćenost na površini iznosi 43 procenta od one koju poznaje Zemlja, što bi trebalo da zadovolji potrebe hlorofilnih biljaka. Međutim, teško da bi neka biljna vrsta mogla da izdrži temperature niže od -60 stepeni. Misija Mariner -9 je 1971. godine dokazala da je u prošlosti na Marsu bilo vode u tečnom stanju. Ali ako je nekad bilo vode na Marsu, gde je ona nestala? Misija Viking 1 i 2 su 1976. godine otkrile prisustvo zaleđene vode i čvrstog ugljen dioksida u Marsovim polarnim kapama. Ove pretpostavljene količine vode, međutim, nisu dovoljne da objasne nastanak pomenutih rečnih korita. Sovjetska misija Fobos 1988. godine otkriva sastav Marsovog tla, kao i to da su stene ispod površine natopljene vodom. To je fenomen koji stručnjaci nazivaju „permafrost“. Prema procenama, količina ove vode zarobljene u tlu odgovara, srazmerno veličini planete, onoj koju sadrže reke, jezera i okeani na Zemlji. Mars je, izgleda, nekada bio „plava planeta“. Nekadašnje postojanje rečnih tokova ukazuje na jedno vreme kada je atmosfera bila mnogo gušća i toplija.

Neophodno je, dakle, srednju temperaturu na Marsu podići do tačke topljenja leda, tj. za 60 stepeni. Kako ovo postići? NASA-ina ekipa računa na intenziviranje efekta staklene bašte, odnosno na zgušnjavanje atmosfere. Što se tiče gasova uz pomoć kojih bi se postigao efekat staklene bašte, oni su dobro poznati, s obzirom da se sa njihovim zagrevajućim dejstvom susrećemo i na Zemlji: vodena para, ugljen dioksid i hlo-

rofluorokarbonska jedinjenja. Ova tri činioca deluju komplementarno, u različitim opsezima spektra Sunčeve svetlosti. U pogledu postupaka kojima bi se obezbedilo obogaćivanje Marsove atmosfere ovim „zagrevajućim“ gasovima, MekKej i Tun imaju u vidu postavljanje divovskih ogledala iznad polova Crvene planete koja bi koncentrisanom svetlosnom energijom otapala polarne kalote. Druga mogućnost bi se sastojala u posipanju ledenih polarnih kapa velikim količinama crnog ugljenog praha, povećavajući tako toplotnu apsorpciju. Simuliranjem Marsove atmosfere u laboratorijskim uslovima, naučnici su utvrdili da i najmanje zagrevanje može da izazove lančanu reakciju, takozvani „efekat lavine“. Naime, što je atmosfera toplija to se više otapa polarna zaleđena voda i čvrsti ugljen dioksid; zatim, time što atmosfera postaje sve gušća ona zadržava veću količinu infracrvenog zračenja, dovodeći do porasta prosečne temperature na planeti; ovo ponovo dovodi do (još većeg) otapanja vode i ugljen dioksida, čije prisustvo doprinosi daljem zagrevanju. Tako nestabilnost Marsove klime omogućava ovu brzu modifikaciju sredine, čineći je gostoljubivom za život.

Da bi srednja temperatura na Marsu porasla do tačke topljenja leda potrebno je da vazdušni pritisak dostigne oko 2 bara, dakle dvostruko od onog koji vlada na Zemlji. Tada bi mogli da se formiraju oblaci, započinjući ciklus isparavanja i kondenzovanja vode: tada bismo ugledali prve potoke i reke na Marsu. Prisustvo tekuće vode ne samo što bi pružilo osnovne preduslove za život nego bi omogućilo i vezivanje ugljen dioksida u obliku karbonata za sedimentne stene.

Međutim, da bi hlorofilne biljke mogle da uspevaju, na Marsu moraju da budu ispunjeni još neki uslovi. Tako je neophodno da tlo sadrži hranjive sastojke. Da bi, na primer, biljke mogle da asimiluju azot, potrebno je da se atmosferski azot vezuje putem bakterija, koje bi ga pretvarale u amonijak. Neophodno je i prisustvo brojnih minerala: fosfora, u obliku fosfata, kao i gvožđa, magnezijuma. . . Sve u svemu, izgleda da bi Mars mogao da pruži hranjivu podlogu.

U poslednjoj fazi „teraformiranja“ bi se na Marsu naseljavale razne biljne vrste. Ovo mora da se radi veoma postupno, brižljivo odabirajući prvo one biljke koje mogu da izdrže intenzivno ultraljubičasto zračenje i niži postotak kiseonika. U početku bi to svakako bile alge, lišajevi, mahovine. Ove prve biljke bi vremenom obogatile atmosferu kiseonikom, pa bi bili stvoreni uslovi i za složenije životne forme. Kiseonik bi takođe postupno formirao ozonski omotač kao zaštitu od ultraljubičastog zračenja. Najzad, Marsova atmosfera će postati gostoljubiva i za čoveka; ali, do tog trenutka, proći će najmanje sto hiljada godina. ■

Priredio Bojan Petrović

GALAKSIJA

Časopis za nauku i tehnologiju

Broj 237/Februar 1992./cena 150 D.

**Darvine,
zbogom!**

**Veliki
prasad**

Džinovski laser

**Svedočenje
o smrti**

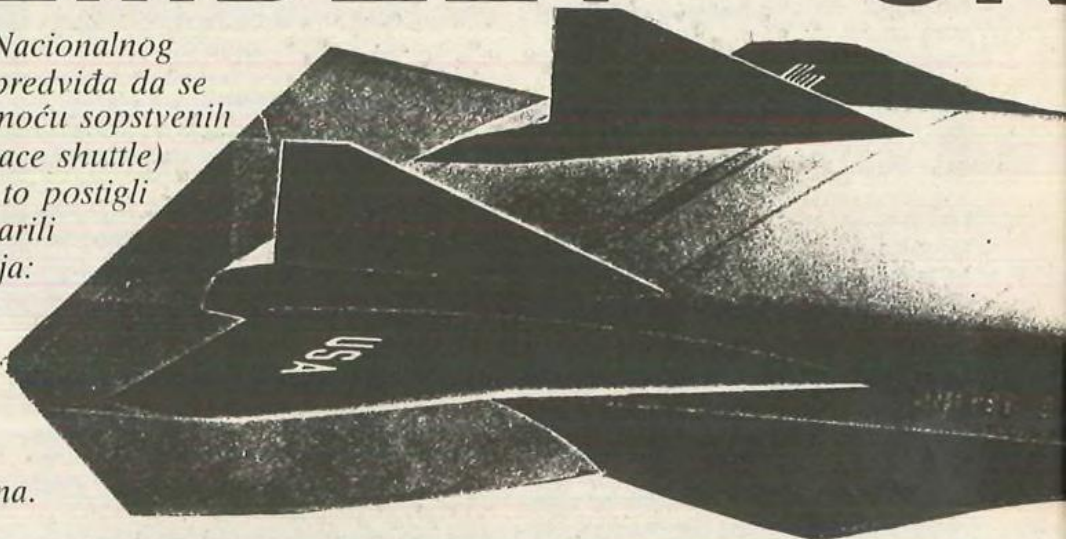
Tajna vulkana



Nacionalni aerokosmički avion X-30

REMDŽET — SK

Program aviona budućnosti, Nacionalnog aerokosmičkog aviona X-30, predviđa da se on u kosmičke visine vine pomoću sopstvenih krila, a ne kao raketoplan (space shuttle) pomoću rakete-nosača. Da bi to postigli aeronautički stručnjaci su ostvarili sasvim nova tehnološka rešenja: materijale izvanredno otporne na ultravisoke temperature, aerodinamički oblik za velike nadzvučne brzine i do sada nigde primenjenu vrstu takozvanog „skremdžet“ pogona.



I pored sveg napretka kojeg su kosmički stručnjaci uspjeli do sada da ostvare u izbacivanju kosmičkih stanica, letelica, satelita i naučnih sondi u kosmička prostranstva, svi su oni bili svesni činjenice, koju su često i isticali, da je svaka raketa-nosač, koja u sebi nosi ogroman teret kiseonika za let kroz donje slojeve zemljine atmosfere, u stvari, veoma neefikasno rešenje, jer su donji slojevi atmosfere puni slobodnog kiseonika, pa je samo potrebno smisliti način kako on da se iskoristi.

U glavama stručnjaka-teoretičara poodavno se već razrađivala ideja kako da se napravi motor koji bi koristio taj slobodan kiseonik u atmosferi, kao i na koji način oblikovati samu letelicu koja bi zemljinu atmosferu koristila za još bolji aerodinamički uzgon nego do sada. Početkom osamdesetih godina Odbornostna agencija za istraživanje savremenih projekata, ili skraćeno agencija DARPA, je u tišini i potaji koncentrisala napore na izradi programa Nacionalnog aerokosmičkog aviona X-30 (NASP), čiji glavni finansijeri su američko ratno vazduhoplovstvo i mornarica i agencija NASA. U američkoj naučnoj i vojnoj štampi su se nedavno pojavile prve vesti o tehničkim rešenjima pomenutog aviona, čime je prvi put delimično otkriven veo tajni sa tog aviona budućnosti.

Tehnički zahtevi za avion budućnosti

Kao prva i veoma značajna prednost ovog aviona budućnosti u odnosu na dosadašnje rakete-nosače i njihove kosmičke letelice jeste značajno smanjenje broja ljudi i postrojenja na zemlji, potrebnih za poletanje, spuštanje i servisiranje ovog aviona. Procene se kreću da bi se na njemu mogle ostvariti uštede od jedne desetinke do jedne stotinke troškova po kilogramu težine raketoplana koji se izbacuje u nisku orbitu oko Zemlje.

Da bi neki avion mogao doleteti i leteti po niskoj orbiti oko Zemlje (oko 160 km) njemu je potrebno da postigne ubrzanje do orbitalne brzine, odnosno do brzine od 28.000 km/č (25 Maha). Među avionima je do sada najveću brzinu od 6,7 Maha uspeo da postigne eksperimentalni avion X-15 1967 godine. Robert Bartelemy, aeronautički inženjer koji u bazi RV Rajt-Paterson u Dejtonu u Ohaju radi na projektu aviona X-30, kaže u vezi sa tim sledeće: „Avion X-30 treba da bude što je moguće manji kako bi svoju težinu održao na apsolutnom minimumu, ali s druge strane i dovoljno veliki kako bi

poneo dovoljno goriva da bi dospeo u orbitu. Efikasnost njegovih motora mora biti izvanredno velika, oko 95 procenata, kako bi iz svakog kilograma goriva izvukao što je moguće više energije, jer to gorivo sve dok se ne utroši predstavlja samo teret. Ako ne ostvarimo takvu efikasnost, uz dozvoljeno odstupanje od 1 do 2 procenta, i ako težinu praznog aviona ne uspemo da smanjimo na manje od 25 procenata od težine punog aviona pri poletanju, onda nikada nećemo uspeti da dospemo u orbitu“.

Problem zagrevanja materijala i visokih temperatura

Za avione koji treba da lete ultrazvučnim brzinama kao jedan od najozbiljnijih problema se javlja zagrevanje materijala od visokih temperatura, koje dolazi od vazdušnog trenja pri letu kroz zemljinu atmosferu. Francuski putnički avion Konkord se brzinom od 2 Maha i američki špijunski avion SR-71 sa brzinom od 3,2 Maha, sagrađeni su od metalnih legura otpornih na visoke temperature, na kojima one i dalje ostaju čvrste i otporne. Međutim, kada su brojke Maha mnogo veće, efekti temperatura, pritiska i mehaničkih naprezanja postaju toliko nepoznati da ih je stvarno nemoguće tačno predstaviti i utvrditi u zemaljskim laboratorijama. Jedino što je sigurno — to je da su ti efekti izvanredno veliki. Bartelemy o tome kaže: „Mi stvarno ništa ne znamo šta se sve dešava sa avionom koji leti brzinama većim od 12 Maha. Da bi se to utvrdilo nema drugog načina nego da se takav avion sagrađi i da se tokom leta utvrdi šta se sve sa njim dešava“.

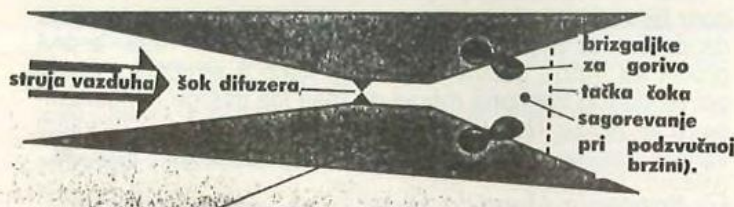
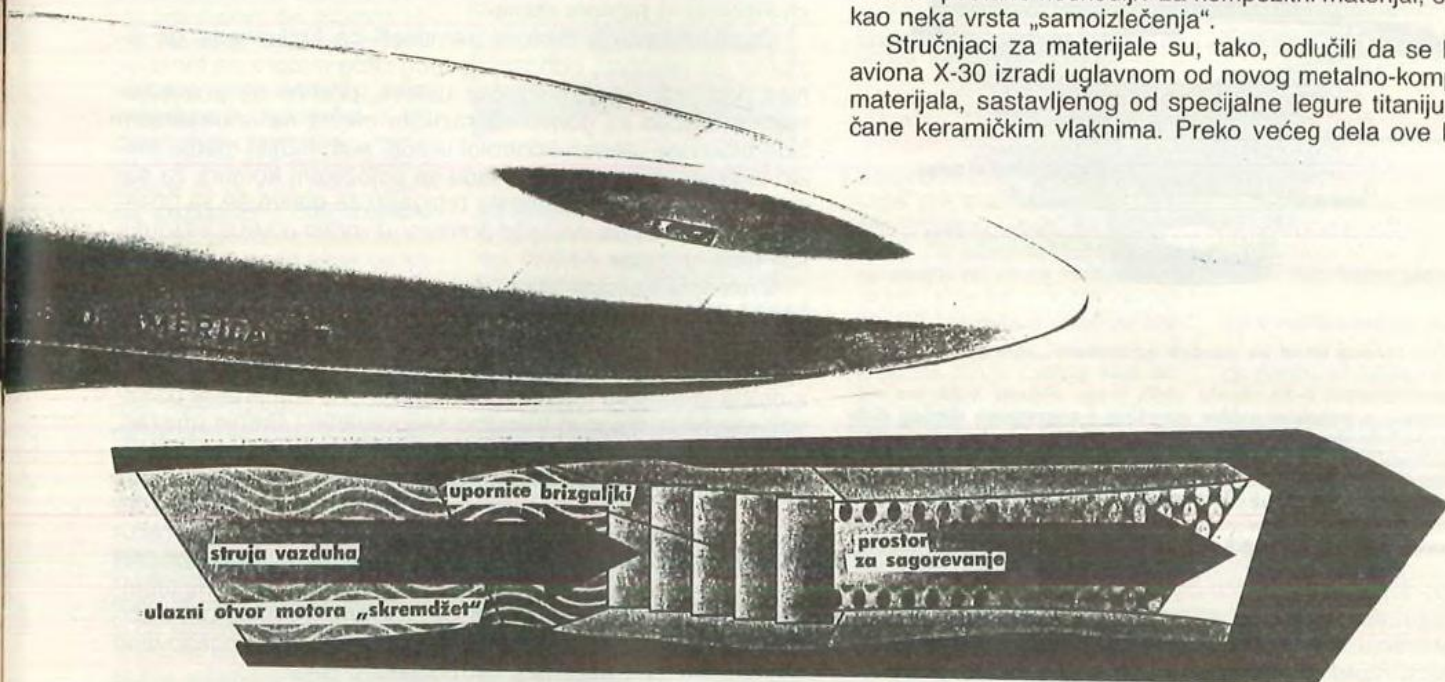
Pri ultrazvučnim brzinama stručnjaci pretpostavljaju da će temperature na nekim delovima aviona X-30 dostizati i do 2800 stepeni C, daleko iznad tačke topljenja tradicionalnih, na toplotu otpornih legura. Još samo pre pet godina, mnogi stručnjaci za savremene kompozitne materijale su u šali govorili da bi se avion X-30 mogao sagrađiti jedino od legure „neostvarijum“. Međutim, prema navodima Teri Ronalda, direktora za materijale u projektu aviona X-30, brz napredak u istraživanju i razvoju savremenih materijala za poslednje tri godine je potpuno izmenio takve poglede.

Ključni prodor u toj oblasti ostvaren je otklanjanjem Ahilove pete kod kompozitnih materijala od ugljenika: da ne sago- revaju u prisustvu kiseonika. Otpornost ovih materijala na izvanredno visoke temperature čini ih idealnim za izradu zaštitnih ploča na delovima aviona X-30, izloženim visokim tempe-

REMDŽET

raturama. Stručnjaci za materijale su bili prosto izluđeni problemima koji su se javljali na keramičkim pločama od silicijum karbida, namenjenim za zaštitu od kiseonika, jer su se usled različite veličine toplotnog širenja kod dva pomenuta materijala javljale hronične naprsline na ovim pločama. Da bi se ovo otklonilo trebalo je, po rečima Ronalda, između keramičkih ploča utisnuti sloj staklaste mase u tečnom stanju koja oksidira i začepljuje sve naprsline koje se pojavljuju. Posle ovoga su u samu masu ugljenika dodati izvesni inhibitori koji su doveli do toga da sav kiseonik koji je prodro kroz spoljni omotač postane neškodljiv za kompozitni materijal, što je bilo kao neka vrsta „samoizlečenja“.

Stručnjaci za materijale su, tako, odlučili da se košuljica aviona X-30 izradi uglavnom od novog metalno-kompozitnog materijala, sastavljenog od specijalne legure titanijuma, ojačane keramičkim vlaknima. Preko većeg dela ove košuljice



OSTVARENJE POGONSKE SILE OD NULA DO 25 MAHA.

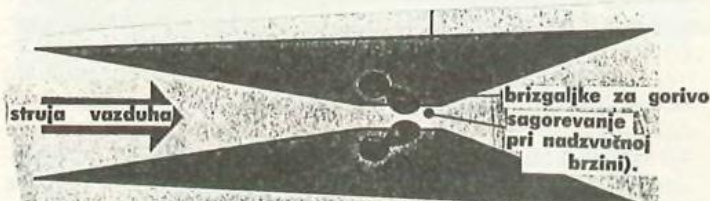
Motor „skremdžet“ (gore) konstruisan je za brzine veće od 6 Maha i sastoji se od pravougaone mlaznice sa konvergentnim usisnim grlom ili difuzorom. Vazduh koji ulazi na ulazni otvor se prvo usporava i zatim, dok prolazi kroz stežnjeno grlo, sabija i zagreva, što se sve odigrava još uvek pri nadzvučnoj brzini. Gorivo ulazi kroz otvore na upornicama brizgaljki. Mešanje vazduha sa gorivom i njihovo sagorevanje odigrava se nizvodno od ovih upornica. Dok izleću kroz prošireni zadnji kraj mlaznice izduvni gasovi se šire i ubrzavaju, stvarajući tako potreban potisak.

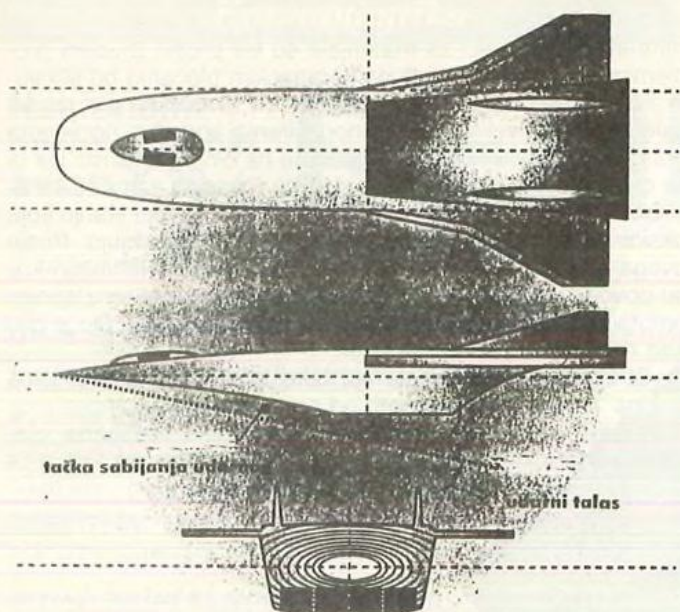
Dvostruki način rada pogonskog sistema na avionu X-30, odlikuje se time što se brzina ulaznog vazduha smanjuje na podzvučnu pre nego što se u njega ubrizga gas vodonik. Smanjenje brzine protoka vazduha na podzvučnu odigrava se u tački čoka, gde se ostvaruje i sagorevanje. Pritisak koji se stvara procesom sabijanja u stežnjem usisnom grlu, ili difuzeru, dovodi do stvaranja takozvanog udarnog talasa. To je način rada po sistemu „remdžet“.



Dok se avion približava brzini od 5 Maha, takozvana tačka čoka se pomera više uzvodno u izlaznom otvoru. Sagorevanje podzvučnom brzinom u motoru se ostvaruje tako što se aktivira druga serija brizgaljki za gorivo, koja je smeštena više uzvodno u putanji protoka vazduha.

Pri brzinama većim od 6 Maha motor počinje da funkcioniše po principu „skremdžet“. Ogroman pritisak na ulaznom otvoru uklanja šok difuzera iz putanje protoka vazduha. Treća serija brizgaljki za gorivo koja se nalazi više uzvodno u mlaznici, započinje sagorevanje pri nadzvučnoj brzini protoka vazduha, i ona se održava tokom protoka kroz čitav motor.





ulazni otvor za vazduh na motoru „skremdžet“

OBLIKOVANJE AVIONA X-30. Široki oblik trupa aviona X-30, na najgornjem crtežu, a posebno velika površina i zapremina donjeg dela trupa, obezbeđuju mu potrebnu silu uzgona, kao i prostor za smeštaj motora „skremdžet“. Zdepasta krila mu daju potrebnu kontrolu leta, ali malo uzgonske sile. Na srednjem crtežu udarni talas koji se obrazuje na kljunu aviona obezbeđuje dodatnu energiju sabijanja struje vazduha na ulaznim otvorima motora. Čitavo oblikovanje donjeg dela trupa za sada se čuva u strogoj tajnosti.

oni su postavili zaštitne ploče od ugljenika, otporne na visoku temperaturu, dok se delovi aviona, najizloženiji aerodinamičkom zagrevanju, kao što su kljun aviona, vodeće ivice krila i unutrašnjost motora treba da hlade specijalnim postupkom: kroz mnoštvo prolaza u unutrašnjem kosturu aviona biće provučene cevi kroz koje će proticati rashlađeni vodonik u gasovitom stanju. Ove cevi će biti obložene masom od ugljeničkih vlakana, inače izvanrednog termalnog provodnika, tako da će se, gotovo bez ikakvih gubitaka, hladnoća iz cevi prenositi na pomenute delove aviona.

Sistem pogona „skremdžet“

Pogon koji avionu X-30 treba da obezbedi brzinu od 25 Maha dolaziće od potpuno nove vrste motora, zasnovanog na hibridnom sistemu pogona, zvanom „remdžet-skremdžet“ (ramjet-scrumjet). Sistem pogona „remdžet“ je, u stvari, pravotočni vazdušno-reaktivni motor, iznenađujuće jednostavan motor, koji već desetinama godina služi za pogon raketa. Klasičan „remdžet“ motor se sastoji od usisne cevi konusnog oblika u kojoj su smeštene brizgaljke za gorivo. Vazduh koji u usisnu cev konusnog oblika uleće nadzvučnom brzinom smanjuje se u njoj na podzvučnu brzinu, čime se, u stvari, sabija i zagreva radi efikasnijeg sagorevanja. Sagoreli izduvni gasovi se šire, zatim, iz proširenog zadnjeg dela mlaznice i to brzinom većom nego što je bila brzina ulaznog vazduha, stvarajući pri tom potreban potisak.

Sistem pogona „remdžet“ funkcioniše dobro za brzine aviona od 1 do 6 Maha, kada ti motori postaju izvanredno vreli i neefikasni, zbog otpora koji se stvara sabijanjem vazdušne struje koja brzo protiče. Da bi se postigle brzine iznad 6 Maha sistem „remdžet“ motora se mora osposobiti da se ubrizgano gorivo pomeša sa vazduhom koji u motor uleće nadzvučnom brzinom i da se, zatim, čitav proces sagorevanja odigra u munjevitom trenutku — dakle nešto što aeronautički stručnjaci upoređuju sa „paljenjem šibice usred najveće oluje“. Ovakvu novu vrstu motora stručnjaci su nazvali motor „remdžet“ sa nadzvučnim sagorevanjem, ili drukčije motor „skremdžet“.

Ovakvo sagorevanje u hiljaditom deliću sekunde u unutra-

šnjosti „skremdžet“ motora nalaže obavezu da se ovde upotrebi u hemijskom pogledu brzo reagujuće gorivo, a takvim zahtevima, po nalogu stručnjaka, najbolje odgovara vodonik. Međutim, i taj laki element ima veliki nedostatak, a to je da njegova mala gustina zahteva velike količine tečnog kiseonika, odnosno rezervoare velikih zapremina. Na svu sreću, tečan kiseonik se može rashladiti do mase u polučvrstom polutečnom stanju. Kada se ova masa tečnog kiseonika kao goriva dovede daljim rashlađivanjem u još gušće stanje onda se težina aviona X-30 pri poletanju može smanjiti za 30 procenata u odnosu na težinu istog aviona, koji kao gorivo koristi kiseonik u tečnom stanju.

Osposobljavanje motora „remdžet“ da funkcioniše po sistemu „skremdžet“, odnosno jednog istog motora da funkcioniše pod dva sasvim različita uslova, postiže se postavljanjem brizgaljki za gorivo na različita mesta na unutrašnjem zidu mlaznice. Jedan kontrolni uređaj automatski menja mesto brizgaljki za gorivo u skladu sa položajem komore za sagorevanje u motoru; to mesto brizgaljki za gorivo se sa povećanjem brzine leta sve više pomera uzvodno u struji vazduha koji ulazi u motor.

Značajna karakteristika aviona X-30 je i donji deo trupa, koji je oblikovan da obavi dve ključne funkcije. Prva je da avionu obezbedi potrebnu silu uzgona, što je urađeno po uzoru na donji deo trupa ranijih raketoplana (space shuttle), a druga je da se u njemu obavi najveći deo kompresije usisanog vazduha, njegovo trenutno sagorevanje i širenje unazad, čime se i ostvaruje potreban potisak u motoru „skremdžet“.

Aeronautički stručnjaci ističu da se skladno funkcionisanje svih delova u avionu i njegov let tako velikim brzinama ne može uopšte zamisliti bez savremenog i moćnog super računara koji u trenu vremena treba da obavi na milione različitih kalkulacija u do sada malo poznatoj disciplini — kompjuterizovanoj dinamici fluida. Da bi se problemi iz pomenute discipline što uspešnije rešili na tom poslu je sada angažovano dve trećine svih naučnika i stručnjaka u SAD.

Ako se finansiranje projekata aviona X-30 uskladi sa tempom tehnološkog razvoja, aeronautički stručnjaci se nadaju da će izrada dva probna aviona X-30 početi 1993, a prvi probni let 1997. godine. Međutim, kako ti stručnjaci ističu, oni će do tog vremena morati da reše još mnoge nepoznanice, a to što se rešavanje tih nepoznanica odvija u najvećoj tajnosti, čini da je njihovo rešavanje još složenije i teže. ■

□ Pripremio Momčilo Đurić.

LEDENI PATULJCI U SVEMIRU

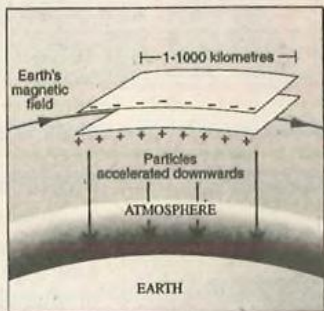
Alan Stern, astronom sa univerziteta Kolorado u Boulderu, izneo je nedavno teoriju da izvan orbita devet poznatih planeta Sunčevog sistema postoji na hiljade malih planeta, od kojih su neke velike kao Pluton. Stern dalje tvrdi da su ova nebeska tela, u stvari, najveći primerci u populaciji od nekoliko triliona ledenih tela, takozvanih „ledenih patuljaka“, a da između poznatih planeta lutaju u kosmosu nebeski komadi od svega nekoliko kilometara u prečniku i još veliko mnoštvo manjih komada. Sternovu teoriju podržava analiza jedne nedavne eksplozije koja se dogodila na Halejevoj kometi, koja ukazuje da se ta kometa sudarila sa jednim „ledenim pa-

tuljkom“. Prema Sternu, četiri spoljašnje planete Sunčevog sistema, Jupiter, Saturn, Uran i Neptun pokazuju znake sudara sa „ledenim patuljcima“, prečnika između 1.000 i 2.000 kilometara. Posle sudara sa jednim takvim „ledenim patuljkom“ osovina rotacije planete Uran se nagula na jednu stranu, a kada se Triton sudario sa jednim takvim „ledenim patuljkom“ njega je planeta Neptun najverovatnije privukla k sebi, tako da je on postao njen najveći satelit — mesec. Posle jednog istog takvog sudara najudaljenija od spoljašnjih planeta se najverovatnije raspala na planetu Pluton i njen veliki satelit — mesec Karon. ■

TEORIJA AURORE U PITANJU

Instrumenti na CRRES satelitu (*Chemical Release and Radiation Effects Satellite* — satelit za proučavanje hemijskih i radijacionih efekata), lansiranom prethodne godine, su zbunili fizičare koji pokušavaju da razjasne auru borealis, odnosno polarno svetlo. Prema konvencionalnim teorijama, električni naboj iznad atmosfere je raspoređen u tzv. „dvostrukim slojevima“, međutim, CRRES nije pružio nikakve dokaze za to. Čak ni sa podacima skupljenim u 500 obilazaka još uvek ne znamo šta se zapravo dešava — kaže jedan od fizičara koji rade na ovom projektu i koji su izgradili detektor naelektrisanih čestica koji ispituje distribuciju naelektrisanja.

Aure se pojavljuju na noćnom nebu na geografskim širinama gde se naelektrisane čestice iz solarnog vetra približavaju kroz Zemljinu magnetno polje i ulaze u atmosferu. Pri tome se sudaraju sa molekulama atmosfere, pri čemu im predaju energiju i dovode u ekscitovano (pobuđeno) stanje. Molekuli se vraćaju na stabilnije energetske nivoe emisijom svetlosti čija talasna dužina odgovara razlici energija između pobuđenog i stabilnog stanja. Međutim, mehanizam koji obezbeđuje naelektrisanim česticama dovoljno energije za proboj kroz Zemljinu magnetno polje izaziva kontroverze. Tokom poslednjih 20 godina, većina atmosferskih fizičara je verovala da aure generišu „dvostruki slojevi“ naelektrisanja (diagram) koji leže paralelno u odnosu na linije Zemljinog magnetnog polja, koje su opet paralelne površini Zemlje na visokim geografskim širinama. Prema toj teoriji, slojevi su široki između jednog i hiljadu kilometara, a potencijalna razlika između njih



ubrzava čestice u pravcu atmosfere, proizvodeći auroru. Međutim, CRRES nije pronašao nikakve dokaze o postojanju paralelnih električnih polja, a teoriju osporavaju i neki čisto teorijski radovi.

Zemljina magnetosfera sadrži difuznu plazmu koju čine elektroni i pozitivni joni zahvaćeni magnetnim poljem; u laboratorijskim eksperimentima naučnici su propuštanjem struje kroz plazmu sličnog sastava uspeali da postave dvostruke slojeve koji ubrzavaju čestice. Ali plazma u magnetosferi ne raspolaže potrebnim energijskim izvorom; prema rečima jednog naučnika, dvostruki sloj ne ubrzava čestice ništa više nego što talasasti put ubrzava točkove — u terminima elektriciteta, dvostruki sloj predstavlja samo brda i doline za naelektrisane čestice. Neki fizičari, međutim, smatraju da solarni vetar predstavlja neku vrstu dinamo mašine u magnetosferi i obezbeđuje dovoljno energije za pretvaranje dvostrukog sloja u akcelerator. Po njima, Zemljino magnetno polje generiše električnu struju usporavanjem solarnog vetra. Pitanje magnetosferske „dinamo mašine“ koja konvertuje mehaničku u električnu energiju ipak ostaje otvoreno. ■

MAGNETNE „POTKOVICE“

Astronomi se već dugu niz godina pitaju na koji način ukupna jačina Sunčevih magnetnih polja ostaje stabilna tokom tolikog vremena, kada Sunce, u stvari, neprekidno stvara nova magnetna polja. Fizičari Dejv Makomas, Džon Filips i Džek Gosling, iz Nacionalne laboratorije u Los Alamosu, veruju da su otkrili mehanizam kojim se izvlači suvišak iz tih Sunčevih magnetnih polja — što bi istovremeno mogao biti i prvi odgovor na pitanje na koji način Sunce razvija magnetnu shemu tokom jedanestogodišnjeg ciklusa svoje aktivnosti.

godišnjeg ciklusa svoje aktivnosti.

Pomenuti fizičari iznose da Sunce u svoj planetarni sistem upućuje džinovske magnetne „potkovice“. Sa širenjem svakog novog magnetnog fluksa sa površine Sunca, svaki od njih sabija sve više silnica magnetnog polja na njegovoj suprotnoj strani, da bi se na kraju stvorile magnetne strukture u obliku slova „U“, široke od 480.000 do 640.000 km. Sa otvorenim okrenutim od Sunca i sa novim Sunčevim erupcijama otkinute for-

macije „potkovica“ jezde dalje u svemir. Koliko daleko? „Kada napuste Sunčev sistem, te „potkovice“ nastavljaju beskonačno da jezde kroz svemir i u tome ih ništa ne može zaustaviti“, kaže fizičar Filips.

Filips i njegove kolege su iznele teoretsku postavku da bi ova leleća magnetna polja morala postojati u svemiru. Da bi za to pronašli i stvarne dokaze oni su otišli u Nacionalni centar za atmosferska istraživanja u Boulderu, Kolorado, i tu analizirali na stotine snimaka koje je ranije snimala kosmička sonda Solar Maksimum. I stvarno, na nekim od snimaka su se jasno

uočavale „potkovice“ za koje su izneli teoretsku postavku da postoje u svemiru.

Šta će se dogoditi ako neka od tih spektakularnih magnetnih formacija naleti na planetu Zemlju? „Ništa“, kaže fizičar Filips. Međutim, sa sticanjem sve većeg znanja o tim magnetnim formacijama, ističe Filips, naučnici će mnogo bolje moći da shvate ogromne erupcije u Sunčevoj koroni, koje prate njegovu magnetnu aktivnost. Te erupcije — u kojima jonizovani gasovi izbijaju sa Sunčeve površine brzinom od preko milion km/č — stvaraju pravu pustoš u magnetnom okruženju Zemlje. ■

SATELIT MESEC I NJEGOV REP

Astronomi su nedavno otkrili da i naš prvi svemirski sused, Mesec, stvarno vuče za sobom „rep“. Taj užareni Mesečev rep se sastoji od struje natrijumovih atoma, koja se u dužini od oko 24.000 kilometara vuče za Mesecom, a taj rep potiče od neprekidne struje čestica koje solarni vetrovi dovlače sa Sunca. Razumljivo, ovaj Mesečev rep nije vidljiv golim okom, jer bi ga ljudi zapazili još u pradavna vremena, ali su specijalni instrumenti astronoma zapazili iza Meseca slabašan sjaj narandžaste boje, za koji su utvrdili da

potiče od natrijuma.

U vezi sa tim, Majkl Mendilo, sa univerziteta Boston, i jedan od astronoma koji je otkrio Mesečev rep, kaže: „Astronomi još nisu sasvim sigurni odakle potiču ti natrijumovi atomi u Mesečevom repu, ali je najverovatnije da potiču od razbijenih stena na Mesečevoj površini u koje su udarili neki meteoriti. Međutim, neki astronomi imaju drugačije mišljenje, i smatraju da tu natrijum oslobađaju čestice iz solarnih vetrova, ili fotoni iz Sunčeve svetlosti. ■

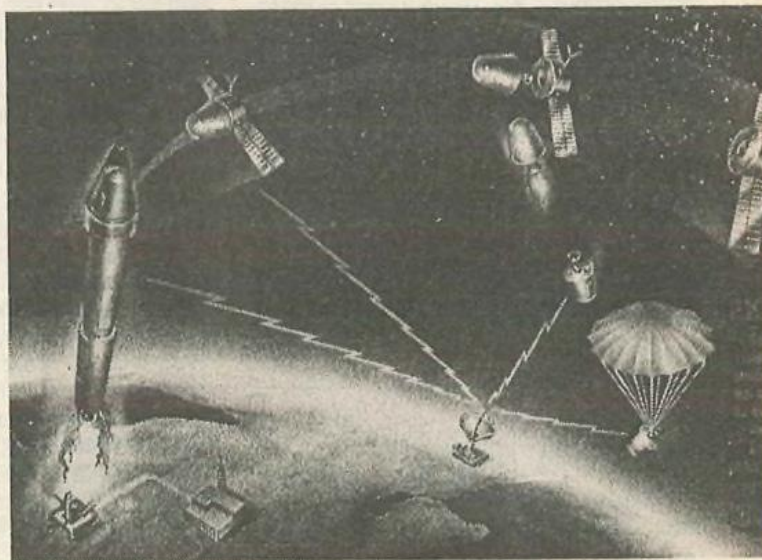
KOSMIČKI TRANSPORTER

Jedan od projekata koji poznata agencija NASA finansira jeste i takozvani projekat Komercijalnog eksperimentalnog transportera, koji prema planu treba septembra 1992. godine prvi put da se uputi u kosmička prostranstva. Radi se, naime, o kosmičkoj letelici koju naučnici treba da koriste za izvođenje relativno kratkih i jeftinih eksperimenata.

Pomenuti kosmički transporter bez ljudske posade treba u orbiti oko Zemlje da provede u izvođenju naučnih eksperimenata najviše do 30 dana, posle čega

ga će se na orbiti razdvojiti na dva dela. Jedan njegov deo, takozvani povratni modul, vraća se na Zemlju, a drugi deo, takozvani servisni modul, ostaje da kruži po orbiti oko Zemlje još najviše 100 dana, a onda sago- reva po ulasku u Zemljinu atmosferu.

Agencija Nasa namerava ovaj kosmički transporter da iznajmljuje raznim državnim, privatnim, naučnim, privrednim i drugim ustanovama i laboratorijama za izvođenje eksperimenata. ■



GALAKSIJA

Časopis za nauku i tehnologiju

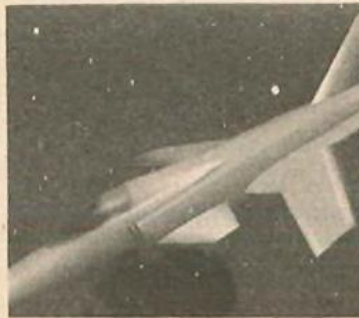
Broj 238/Mart 1992./Cena 150 D



**Evropski seminar
o mozgu**

**Prvi gen na Zemlji
Video-rat u vazduhu
Virus u kompjuteru
Nauka i mistika
Nuklearna vrteška**





Panoptikum str. 5

Reportaža: Evropski mozak u
švajcarskom zamku str. 10

Genetika: Prvi gen na Zemlji str. 12

Kosmologija: Kakav će biti kraj svemira?
..... str. 14

Matematika: Iskušenja formalne teorije .. str. 17

Fizika: Nuklearna vrteška str. 19

Evolucija: Pre 250 miliona godina str. 22

Geologija: Kuda ide Pacifik? str. 25

Nestanak vrsta: Kitovi samoubice str. 28

Fenomeni: Životinje i zemljotresi str. 30

Pelobotanika: Prirodna istorija Balkana str. 32

Saobraćaj: Avion sa hiljadu mesta str. 34

Vazduhoplovstvo: Mata Hari ponovo
leti str. 37

Saobraćaj: Putovanje na vazduh str. 40

Aeronautika: Video-rat u vazduhu str. 42

Računari: Virusni nametljivci str. 47

Računar na čipu str. 50

Esej: Nj. V. Vasiona str. 51

Astrofizika: Erupcije na zvezdama str. 54

Astronautika: Evropski svemirski
projekti 2 str. 56

Radio-astronomija: Leteći teleskop .. str. 59

Planetologija: Novo o Tritonu str. 60

Zvezde: Sirijus str. 62

Vesti str. 63

Psihologija: Iskušenja individualnosti .. str. 65

Eksperimenti: Spremni da ubiju str. 68

Nauka i mistika: Joga i istraživanje .. str. 69

Antimagija str. 71

Neurologija: Stres i smrt neurona str. 72

Medicina: AIDS i imunoterapija str. 74

Film: FEST str. 76

Rezultati testa str. 78

SF priča str. 79

Eureka str. 81

Izdaje i štampa DP BIGZ
Bulevar vojvode Mišića 17
11000 Beograd

telefoni
redakcija 650-161, 651-666/335
pretplata 650-528

Agencija BIGZ 653-049
Telex 11855 BIGZ
Telefax BIGZ, 651-841

GENERALNI DIREKTOR
Ilija Rapaić

DIREKTOR NOVINSKOG
SEKTORA
Zoran Nikodijević

GLAVNI I
ODGOVORNI UREDNIK
mr Rade Grujić

REDAKCIJA

Sanja Čosić, (zamenik glavnog i
odgovornog urednika), Vesna Čosić,
Dušan Mijatović (tehnički urednik),
Danijela Vuković (sekretar redakcije).

Stalni saradnici

Akademik Tatomir Anđelić, akademik
Miomir Vukobratović, dr. Radivoj Pe-
trović, inž. Dragan Cvetković, Voja
Colanović, Zvezdan Đurić, dr. Đorđe
Grujić, Tanasije Gavranović, Mirza
Huskić, Aleksandar Jemcov, dr. Ra-
dovan Jović, dr. Đuro Koruga, dr. Ne-
ven Krešić, dr. Ilija Lakićević, Dušica
Lukić, Ivan Mastilović, Damir Mikuli-
čić, Dejan Predić, dr. Petar Radić-
ević, Ljiljana Gračanin, dr. Petar Jova-
nović, Dejan Ristanović, Stevan To-
palović, Gavril Vučković, Marko Ki-
rić, Desa Božin, dr. Milan Božić, dr.
Đorđe Ignjatović, mr Dejan Milojević,
dr. Dragan Panić, Božidar Travica —
dopisnik iz SAD, dr. Jovan Ševaljević,
Borislav Soleša.

PRETPLATA U ZEMLJI

— za jednu godinu 1440
— za šest meseci 720

Na žiro račun 60802-603-23264

PRETPLATA ZA INOSTRANSTVO

DEM 54, USD 35, FRF 189,
GBR 19, CHF 49.

Godišnja pretplata iznosi: 2.400,00
Polugodišnja: 1.200,00

na devizni račun Beogradske banke
60811-620-6-82701-999-01066 ili
međunarodnom poštanskom
uplatnicom.

Posebna doplata za avionsko slanje.

Na osnovu mišljenja Sekretarijata za
informacije SR Srbije broj 413-01/47
od 4.2.1991. plaća se osnovni porez
na promet po ovlašćenoj tarifi od 3
odsto.



G A L A K S I J A

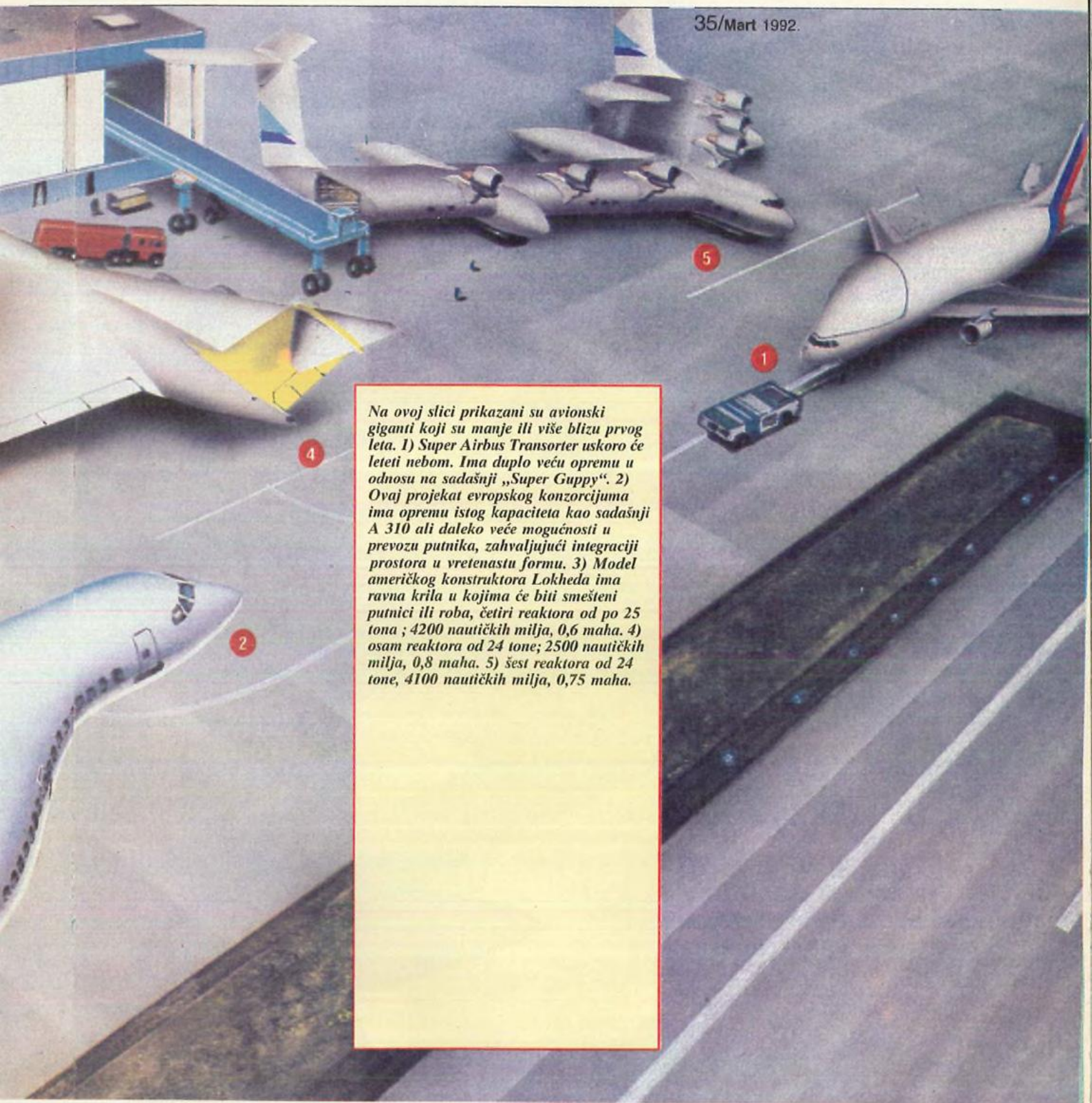
Saobraćaj

**Masovni
vazdušni
saobraćaj
sutrašnjice**



NEBESKI GRADOVI

Da bi u nekoj bliskoj budućnosti bilo moguće da se odjednom preveze osamsto ili hiljadu putnika, konstruktori aviona moraju da pribegnu rešenjima koja bismo mogli da nazovemo „egzotičnim“. Leteća krila, delta krila, avioni sa krilima na sklapanje . . . to su neki od predloga. Pri tome se traži da ovi novi super-džambo-džetovi mogu da poleću i sleću na postojećim pistama, a da se one znatnije ne modifikuju.



Na ovoj slici prikazani su avionski giganti koji su manje ili više blizu prvog leta. 1) Super Airbus Transorter uskoro će leteti nebom. Ima duplo veću opremu u odnosu na sadašnji „Super Guppy“. 2) Ovaj projekat evropskog konzorcijuma ima opremu istog kapaciteta kao sadašnji A 310 ali daleko veće mogućnosti u prevozu putnika, zahvaljujući integraciji prostora u vretenastu formu. 3) Model američkog konstruktora Lokheda ima ravna krila u kojima će biti smešteni putnici ili roba, četiri reaktora od po 25 tona; 4200 nautičkih milja, 0,6 maha. 4) osam reaktora od 24 tone; 2500 nautičkih milja, 0,8 maha. 5) šest reaktora od 24 tone, 4100 nautičkih milja, 0,75 maha.

Boeing, Erbas i drugi proizvođači već ozbiljno razmišljaju o projektima super-putničkog aviona, koji bi bio sposoban da prenese i do hiljadu putnika. Ali, ovde se ne radi samo o tome da se produži trup, povećaju krila, pojačaju motori... Potrebno je daleko više mašte za ovaj novi avion. Naime, nemoguće je povećati trup i krila postoje-

ćih aviona, i to iz prostog razloga što takav avion-čudovište ne bi mogao ni da se makne na današnjim aerodromima. To pokazuje novi Boeing 777 koji je opremljen krilima čiji se krajevi mogu preklapati, kako bi mogao da se parkira. Ali, ovo rešenje ni izdaleka nije zadovoljavajuće: ovaj dodatni mehanizam za preklapanje krila čini ceo aparat težim, a i putnici po-

staju nepoverljivi kada ugledaju to sklapanje i rasklapanje. Tako se rodila ideja da se avionska konstrukcija potpuno oslobodi klasične formule — duguljastog trupa okačenog o par unazad savinutih krila. Kako? Konstruktori nude nekoliko rešenja.

Nova rešenja: dva sprata ili dva para krila?

Buduća letilica ASX 700, verovatno naslednik Erbasa A 340, raspolaže sa dve palube, tj. putnici će biti raspoređeni na dva sprata. Ovaj avion će moći da preveze 700 ljudi. Druga mogućnost bi bila da se konstruiše avion sa dva para krila, tako što bi jedan par bio iznad drugog.

Tako bi se dobila dvostruka noseća površina, potrebna da vine u vazduh veliki trup sa hiljadu putničkih sedišta, a ipak se ne bi povećao raspon. Na žalost, zakoni aerodinamike pokazuju da je ovo rešenje primenjivo samo pri maloj brzini leta do 300 km/h. Pri većoj brzini vazdušni otpor počinje da koči let, te i potrošnja goriva postaje nerasporedna.

Hrabrije, „egzotične“ varijante imaju u vidu takozvane „nove aerodinamične formule“. Na primer, umesto klasičnog trupa sa krilima velikog raspona, moguće je postići istu noseću površinu kri-

trup izaziva na mestu spajanja sa krilima zone diskontinuiteta, a koje stvaraju turbulencije u vazдушnom toku, što ima za posledicu veće vazdušno trenje. Iz pomenutih razloga klasični avion troši daleko više goriva. Najzad, kod letećeg krila je mehaničko naprezanje koje trpe krila neuporedivo manje nego kod klasičnog aviona. Kod klasičnog aviona je ovo naprezanje na mestima spajanja krila sa trupom znatno, pošto trup tokom leta vuče

aparat na dole, dok ga krila potiskuju prema gore. Zbog odsustva ovog naprezanja konstrukcija letećeg krila može da bude daleko lakša,

što donosi sa sobom i uštede u materijalu. Podrazumeva se da je ovakva letilica i bezbednija. Međutim, sva ova rešenja (a što su radikal-



nija, tim više) povlače za sobom nešto, što se po svaku cenu htelo izbeći, jer podrazumeva ogromne troškove, a što je po svemu sudeći ipak neizbežno: potpunu rekonstrukciju postojećih aerodroma. ■

□ B. P.

la sa krilima razvučenim i priljubljenim uz trup u obliku delte. Sam trup bi bio utopljen u krila — bio bi, dakle, veoma širok, a putnici bi delimično bili smešteni u krilima. Ovu formulu je prvi put zvanično pomenuo 1987. godine Adam Braun (Adam Brawn), tadašnji potpredsednik konzorcijuma Erbas. Ovde se radi o konceptu „integriranog aviona“. Ovakav avion bi mogao da ponese 800 do 1.000 putnika.

Najradikalnija varijanta je ono što stručnjaci nazivaju „letećim krilom“. To bi bio avion praktično bez trupa, a sve bi bilo smešteno u unutrašnjosti krila. Aerodinamičnost letećeg krila je zaista izvrsna. Trup klasičnog aviona ne doprinosi letu, tj. sam ne predstavlja noseću površinu; takvom avionu je potreban daleko veći potisak srazmerno težini nego što je to slučaj sa letećim krilom. Osim toga,

„Leteće-krilo“, revolucionarno rešenje u putničkom vazдушnom saobraćaju. Putnici i mašine su smešteni u samim krilima. Ovako se postiže daleko veća nosivost. S obzirom na veću aerodinamičnost „letećeg krila“, postiže se i veća ekonomičnost leta.

G A L A K S I J A

37/Mart 1992.

Vazduhoplovstvo

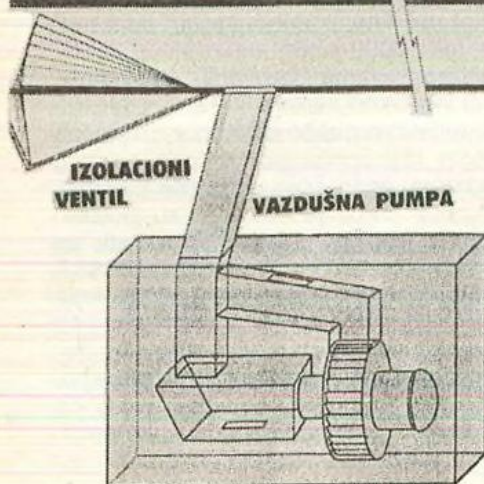
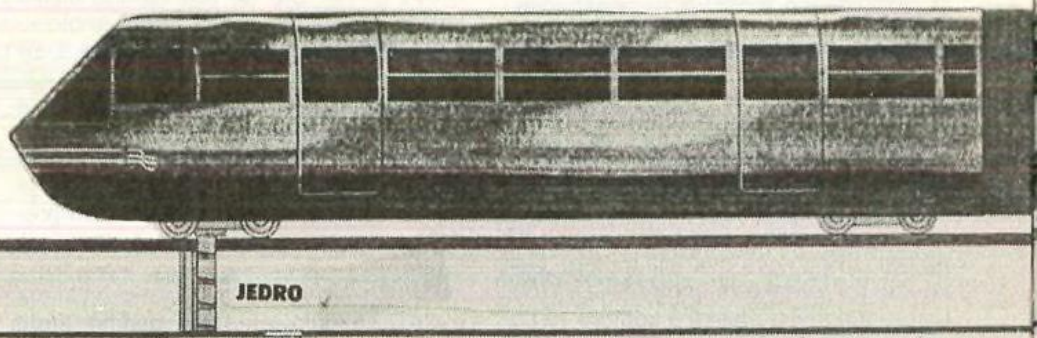


Nova generacija špijunskih aviona

MATA HARI PONOVO LETI

PUTOVANJE

Svake subote, nedelje i praznika na hiljade stanovnika Džakarte, glavnog grada Indonezije, prepunog ljudstva i vlažnih isparenja, hita žurnim koracima u mini park Taman. Statističari su izračunali da se od 1989. godine preko 700.000 ljudi u tom parku vozilo jednim kratkim vozom od svega



ciji uzdignutoj na potrebnu visinu iznad zemlje. Ispod i duž šina je postavljena jedna šuplja, četvrtasta kutija ili kanal od betona, čije stranice imaju po 99cm i kroz koji struji vazduh. Vazduh se u ovaj šuplji kanal ubacuje vazdušnim pumpama, a pritisak vazduha stvara pogonsku snagu koja deluje na dva četvrtasta pogonska „jedra“. Ova dva „jedra“ obešena su za sklop prednjih i zadnjih točkova i svojim gumenim trakama se gotovo potpuno priljubljuju uz stranice šupljeg betonskog kanala.

Iako je pritisak vazduha iz vazdušnih pumpi vrlo mali — svega 0,14 kg/cm² — ukupan potisak koji se ostvaruje na površinu jednog „jedra“ je veoma značajan, 1450 kg na 1,3 m². Međutim, ako se jedna od vazdušnih pumpi iskoristi za usisavanje vazduha iz dela šupljeg kanala koji se nalazi neposredno ispred prednjeg „jedra“, onda snaga potiska i usisavanja postaje dvostruko jača, pa se najveća brzina voza može povećati i do 80 km/č. Ubrzanje kretanja, dostizanje potrebne brzine i smanjivanje brzine pri ulasku u stanice reguliše se ispuštanjem vazduha iz vazdušnih pumpi kao i otvaranjem i zatvaranjem vazdušnih ventila duž čitavog sistema.

Čitava trasa Aero-voza je podeljena na niz povezanih deonica, pri čemu za svaku od deonica postoje posebne vazdušne pumpe. Kada Aero-voz pređe preko jedne od deonica ona se ventilima u obliku velikih poklopaca zatvara od ostalih deonica, tako da vazduh više ne može da struji kroz šuplji kanal te deonice. Vazdušne pumpe, kojima za pogon služi električna struja, u stanju su svakog minuta da ubacuju u šuplji kanal 1.415 kubnih metara vazduha, i one su zajedno sa svojim razvodnim ventilima smeštene u posebnim zvučno izolovanim kućicama. Jedan centralni kontrolni sistem u koji je uključen i odgovarajući računar reguliše brzinu rada vazdušnih pumpi i rad njenih razvodnih ventila.

Ulazak i izlazak iz stanice

Proces ulaska ovog voza u stanicu, Rodžers objašnjava ovako: „Približavanje voza stanici oglašava se signalom koji aktivira jedan senzor na bočnoj strani šina. Kada voz uđe u staničnu deonicu, jedan ventil u obliku velikog poklopca zatvara vazdušni kanal pozadi te deonice, dok vazdušna pumpa koja se nalazi ispred stanične deonice počinje punim gasom da sabija vazduh unazad prema „jedu“ na prednjim točkovima voza i tako usporava i koči njegovo kretanje. Ako se, međutim, ovde pojavi potreba za dodatnom snagom, izolacioni ventil na zadnjem kraju stanične deonice se takođe zatvara, a vazdušna pumpa koja se nalazi pozadi stanične deonice, sa ventilom postavljenim na negativan pritisak, počinje da vuče „jedu“ na prednjim točkovima unazad i tako još više da usporava i koči kretanje voza. Sve se ovo obavlja automatski uz pomoć računara.“

Sa približavanjem voza stanici, njegovo usporavanje počinje stvaranjem vazdušnog pritiska iz pumpe u suprotnom smeru od kretanja voza, što se sve obavlja prema unapred pripremljenom programu u računaru, posle čega se njegovo kočenje i zaustavljanje obavlja hidrauličnim putem pomoću disk kočnica na svim točkovima voza. S druge strane, polazak voza iz stanice i njegovo relativno naglo ubrzanje do postizanja normalne, putne brzine, ostvaruje se dejstvom dve vazdušne pumpe na dotičnoj staničnoj deonici, pri čemu pumpa na zadnjem kraju deonice ostvaruje silu potiska na zadnje „jedu“, a pumpa na prednjem kraju deonice silu usisavanja na prednje „jedu“ voza.

Sistem pruge u Džakarti po kojoj se kreće voz sa tri vagona, od kojih je svaki dugačak oko 27 metara, raspolaže sa šest stanica, nekoliko oštih krivina od blizu 90 stepeni i jednom deonicom na

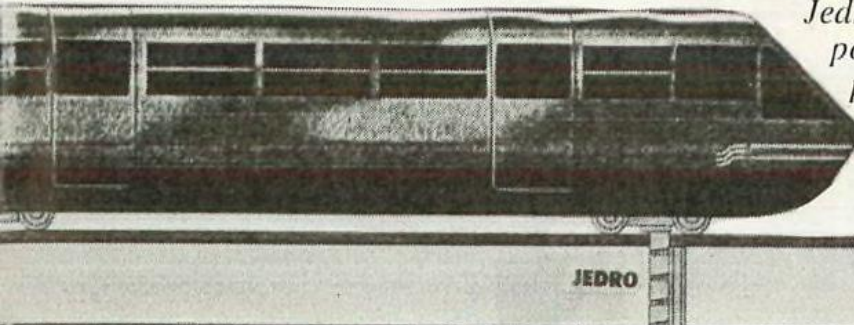
tri vagona, kojim nikakav vozač nije upravljao. Voz je klizio po šinama dugim preko tri kilometra postavljenim na betonskoj konstrukciji, uzdignutoj oko pet metara iznad zemlje.

Ovaj voz za zabavu i razonodu posetilaca ne bi trebalo da predstavlja nikakvo iznenađenje, jer i mnogi drugi parkovi u svetu raspolažu sličnim prevoznim sredstvima. Međutim, ovaj voz u Džakarti ipak predstavlja iznenađenje, jer je verovatno jedinstven u svetu — kreće se na vazdušni pogon.

Ovo prevozno sredstvo se naziva Aero-voz, a njegov konstruktor, firma Sur Coester iz Sao Paola u Brazilu, tvrdi da je kod ovog voza značajno poboljšana bezbednost i ekonomičnost prevoza ljudi. Prvi eksperimentalni Aero-voz, sa trasom od oko 1.100 metara, ova firma je izgradila 1987. godine u Sao Paulu, a sada se priprema da sličan Aero-voz, sa trasom od 10 kilometara, izgradi duž glavne gradske arterije u Bankoku u Tajlandu. Američki stručnjak za saobraćaj, Li Rodžers, svim silama se zalaže da se Aero-vozovi za prevoz gradskih stanovnika izgrade i u Vašingtonu, Baltimoru i drugim američkim gradovima.

Rodžers objašnjava da je osnovna koncepcija Aero-voza vrlo jednostavna i da ne zahteva nikakvu visoku tehniku. Vagoni voza se kreću po čeličnim šinama, postavljenim na betonskoj konstruk-

NA VAZDUHU

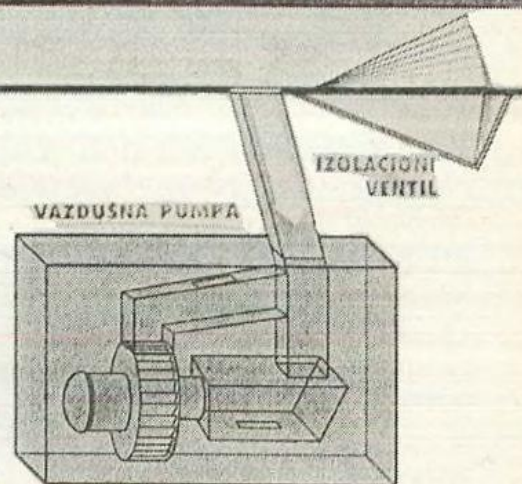


Jedna ideja iz 19. veka o bezbednijem, pouzdanijem i jeftinijem prevozu putnika pomoću prevoznih sredstava na vazdušni pogon, nalazi danas sve veću primenu i sve više pristalica.

kojoj uspon iznosi 10 procenata. Dve od pomenutih stanica ne raspolažu nikakvim vazдушnim pumpama, tri stanice raspolažu sa jednom pumpom, dok poslednja, šesta raspolaže sa dve vazdušne pumpe, od kojih jedna ostvaruje silu potiskivanja, a druga silu usisavanja. Na deonici pruge na kojoj se nalazi stanica sa dve vazdušne pumpe voz postiže brzinu i do blizu 70 km/č, dok se na ostalim deonicama pruge njegova brzina kreće između 20 i 25 km/č.

Energija potrebna za pogon Aero-vo-

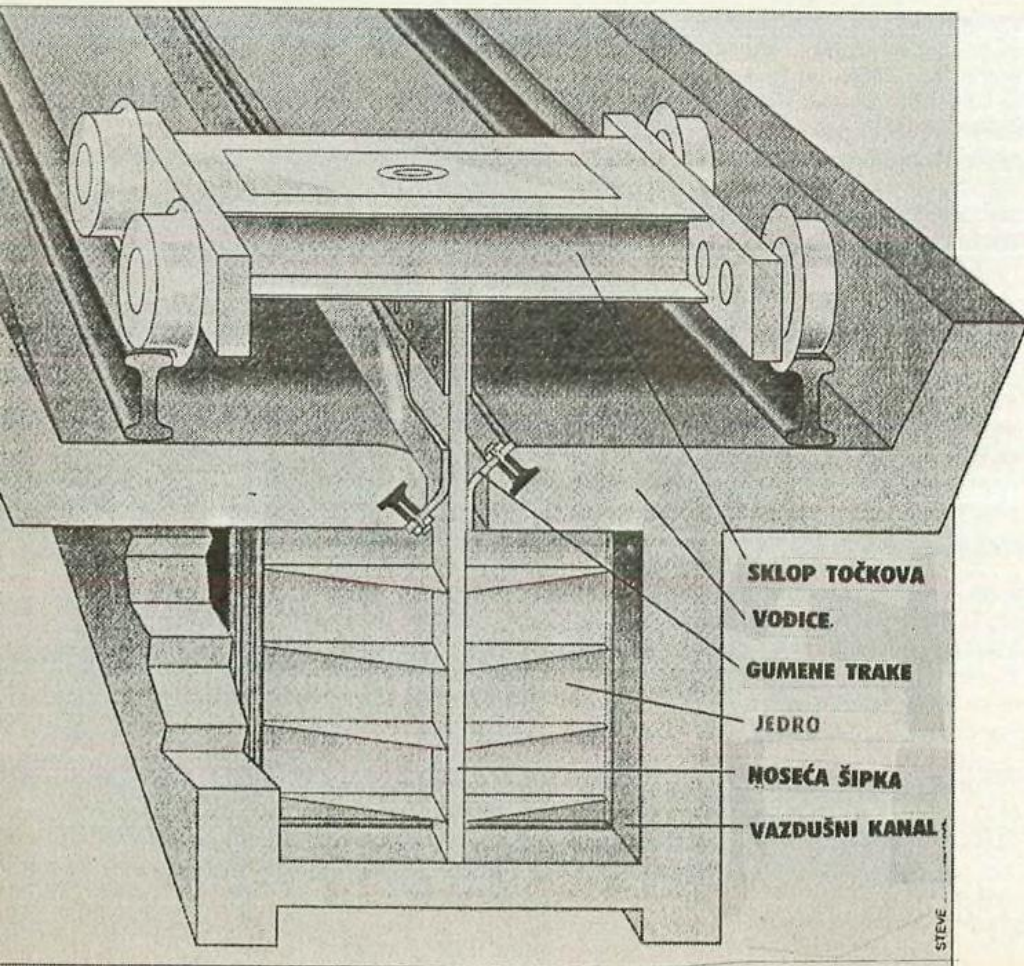
za se smanjuje smanjenjem težine čitave kompozicije voza i izvlačenjem pogonskih uređaja iz nje. Sva ostala sredstva prevoza u gradu, kao što je na primer, gradski autobus, moraju u sebi imati ugrađen snažan motor od najmanje 280 konjskih snaga, jer je toliko snaga potrebna da bi autobus pod punim opterećenjem i na nekoj uzbrdici mogao krenuti sa stanice. Tom autobusu je pod isto tako punim opterećenjem potrebno svega 60 konjskih snaga za kretanje po ravnim ulicama. S obzirom da se kod



Aero-voza pogonska snaga ostvaruje pritiskom vazduha kroz šuplji kanal na „jedra“, to se potreba za pogonskom snagom za svaku pojedinačnu deonicu pruge određuje prema lokalnim uslovima, na primer prema veličini uspona, tako da se pogonska snaga za kretanje po ravnim deonicama pruge povećava samo za savlađivanje uspona i za dostizanje velikih brzina.

Pored svih pomenutih prednosti, sistem Aero-voza pokazuje značajnu prednost i u pogledu bezbednosti putnika. Pristizanje i udar u zadnji kraj voza koji se kreće ispred njega sprečava se stubom sabijenog vazduha koji uvek postoji i razdvaja dva voza koji se kreću jedan za drugim. Pomenuti stub sabijenog vazduha uvek održava minimalnu razdaljinu između dva voza. Iskliznuće voza iz šina je, takođe, onemogućeno, zahvaljujući tome što su oba „jedra“, prednje i zadnje, smeštena u šuplji kanal, iz koga se ne mogu silom izvući. Kao dodatno obezbeđenje od iskliznuća iz šina ispod sklopa centralnih točkova nalazi se jedna noseća šipka, koja drži i nosi pomenuta „jedra“, tako da se ni ona ne može silom izvući iz šupljeg kanala. U slučaju prestanka rada vazdušnih pumpi, a s tim u vezi i prekida ubacivanja vazduha u šuplji kanal, određeni ventili se automatski zatvaraju, tako da se sve kompozicije vozova na pruzi odmah zaustavljaju. ■

□ *Priredio: Momčilo Đurić*



OCTOBER 1972 60 CENTS

Popular Science

THE **What's New** MAGAZINE

1973 CARS!

- What to Know Before You Buy
- The New 5-mph Bumpers
- The War on NO_x-ious Fumes
- GM's All-NEW Intermediates

THOSE MEATLESS "MEATS"
Out of the Lab and Onto Your Table

CRYOGENIC POWER LINES
Cool Aid for Our Energy Crisis

At Last! They're
PUTTING THE HUSH
ON SNOWMOBILES

How You Can
CUT METAL LIKE A PRO

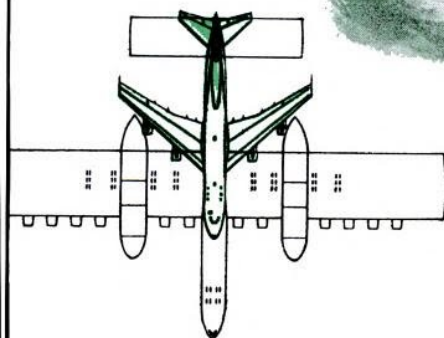
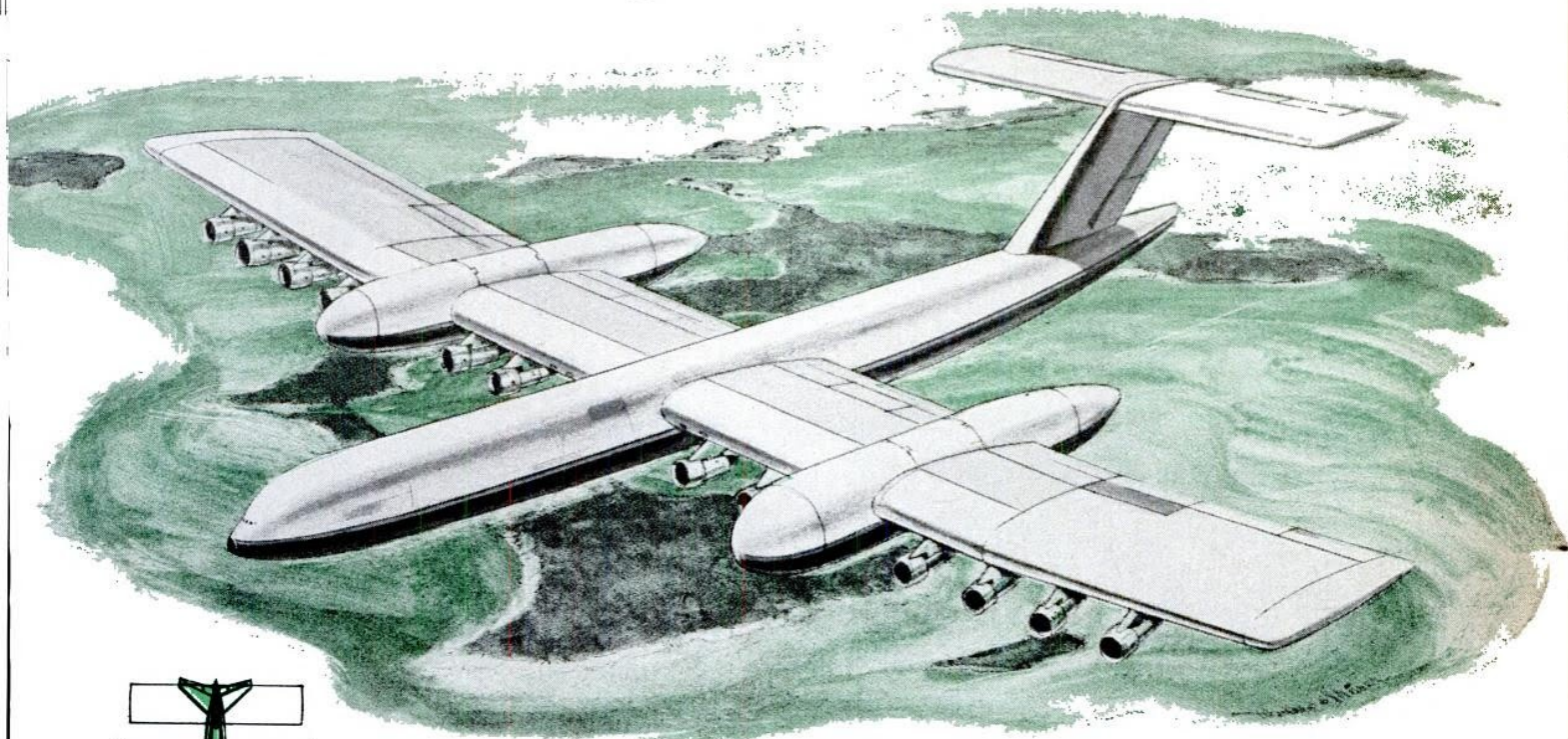
OUTBOARDS FOR '73
Horsepower Hits
a New High



NASA's Startling SST
"FLYING SCISSORS" JETLINER
Cuts the Sonic Boom

...plus 18 other exciting articles,
What's New Digest, 12 great monthly features

What Has 56 Wheels and Flies? The World's Largest Aircraft



Boeing RC-1 dwarfs 747, could land in same-length strip. Wing-mounted cargo pods could hold 8100 bbls. oil.

This dead-serious drawing-board monster could be a "flying pipeline"

By PAUL WAHL

Imagine a behemoth of a plane, with a wingspan of 478 ft.—compared with 195 ft. 8 in. for the giant Boeing 747—and needing the thrust of a dozen big jet engines to get its 3.5 million pounds gross weight off the ground. That's the proposed \$70 million Boeing RC-1 Resource Carrier.

Nicknamed the "Brute Lifter," it would have 10 times the cargo-carrying capability of the 747F, which can handle greater loads than any other air freighter now flying. The RC-1 would handle a payload of up to 2.3 million pounds (such as 8100 barrels of oil) in its two wing-mounted detachable cargo pods.

To get oil out of the Arctic. Boeing's "Flying Pipeline" is one answer to the problem of how to get all that recently discovered oil and natural gas out of the Arctic and down to fuel-hungry markets. Working closely with Boeing on this concept is Canada's Great Plains Project, Prime Minister Trudeau's think tank for development of his nation's resource-rich Far North.

One of Canada's more promising resource areas is the Arctic Archipelago. But running pipelines underwater among these frozen islands probably isn't feasible; and the hostile environment pretty much rules out surface

transportation. Canadian planners envision round-the-clock operation of a fleet of 50 RC-1 cargo jets to haul oil, liquid natural gas, and maybe mineral ores out of the Archipelago.

At an ice-free port several hundred miles to the south, supertankers and freighters would take aboard cargoes and complete the trip to market by water. Alternatively, the airlift might have one of Canada's new northern railheads as a transfer point.

The RC-1 was designed specifically for such short-haul (typically under 1000 miles) operations; rapid turnaround and high utilization are key factors for economic feasibility. The system had to match the flow capability of a 48-inch pipeline at comparable cost. To take advantage of the "economies of scale" (studies showed that economy improved as size increased), the RC-1 designers really thought big.

This plane has the most awe-inspiring measurements of any heavier-than-air flying machine—even dwarfing Howard Hughes' legendary "Spruce Goose." Wing area of the RC-1 is almost $\frac{3}{4}$ acre. It stands 86 feet overall, is longer than a football field between end zones. Operating weight, empty, is 985,000 pounds—more than triple that of the Lockheed C-5A, today's heaviest airplane. All this aircraft rides on 56 wheels with a track of 232 feet. An entire factory will be kept busy just making replacement tires for the proposed 50-plane fleet.

A straight, rectangular airfoil. Twelve Pratt & Whitney JT9D turboprops, similar to those of the 747, will push the RC-1 at a cruising speed of about 450 mph—fast enough for the short, 500-to-1000-mile hauls planned for this plane. By limiting the airspeed to Mach 0.65, the designers eliminated a sweptback wing and permitted a straight and relatively thick airfoil, rectangular in shape. This configuration is most efficient for supporting the loads of engines and cargo pods. Landing gear can be distributed laterally in a straight line.

Adaptable to a wide variety of cargo, each of the two

[Continued on page 132]

SECRETS OF SUCCESS IN DOOR-TO-DOOR SELLING

MECHANIX ILLUSTRATED

THE HOW-TO-DO MONTHLY

2/6

STILL
25^c
MARCH

Here is the Suit
Our Astronauts Will Wear
to Explore the Moon



Tom McCahill Tests
CHEVY'S FAMILY VAN



\$20,000 Custom Car
Has No Steering Wheel





PASSENGER SEATS on the new supersonics will probably be mounted on swivels so that the passengers will remain in a vertical position during the steep take-offs and descents. TV sets will offer either a view of terrain or conventional TV programs in windowless cabin.

NEW SUPERSONIC AIRLINERS WILL FLY... 35 MILES A MINUTE!

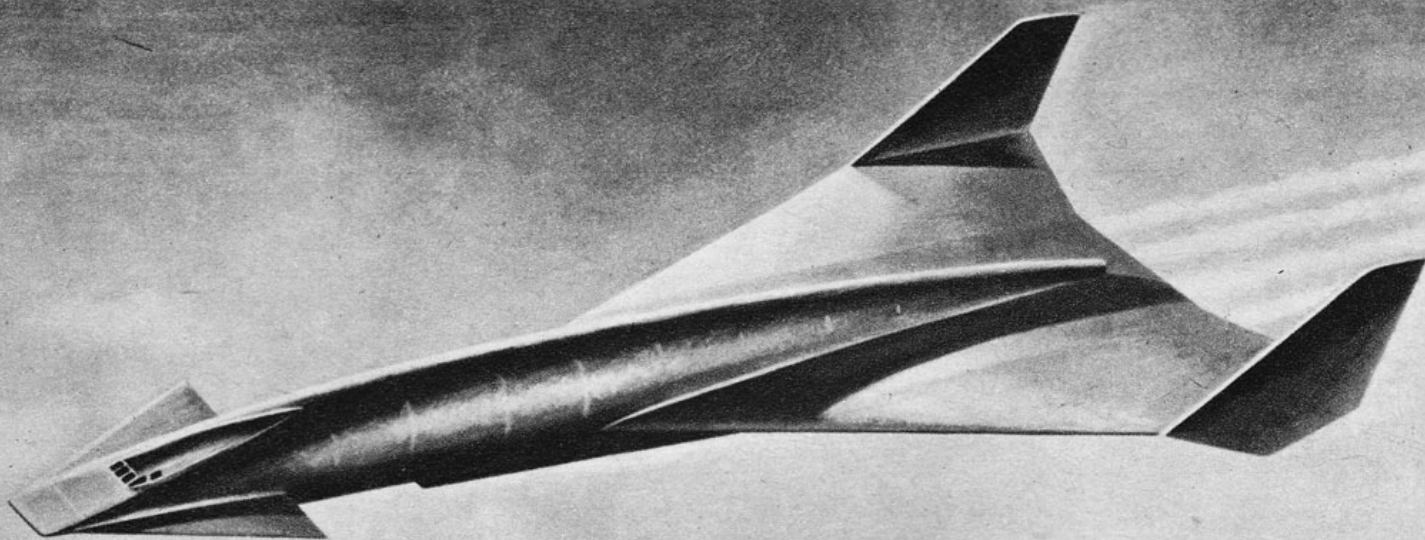
By James H. Winchester

SUPERSONIC flight for the air traveler—from New York to Los Angeles in 90 minutes, from New York to Paris in two hours—is the next big step in our rapidly advancing air age.

Today, even as the newest jets change the pattern of world airline service, aircraft manufacturers in the United States, France, England and Russia are well advanced with plans and designs for a Mach 3, or 2,000-mph airliner. That's about 35 miles a minute! Estimates, by industry and government sources, as to when such an aircraft will go



THE AUTHOR of this article, James H. Winchester, has won many awards for his aviation and space reporting. He was nominated for the Pulitzer Prize in 1951 for his stories on the use of helicopters under fire in Korea. As staff writer for King Features Syndicate, he averages between 50,000 and 75,000 miles of flying annually. He is 43, married, has two children. He makes his home in Pleasantville, New York.

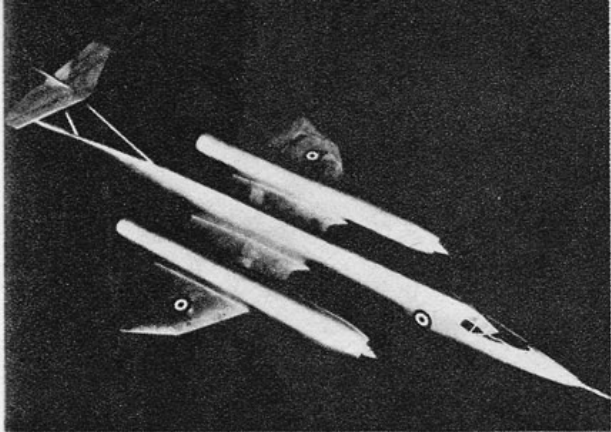


IN ITS STUDIES of supersonic airliners, Convair Division of General Dynamics Corp. produced this unusual design for a Mach 3 transport that would cruise at about 60,000 ft.

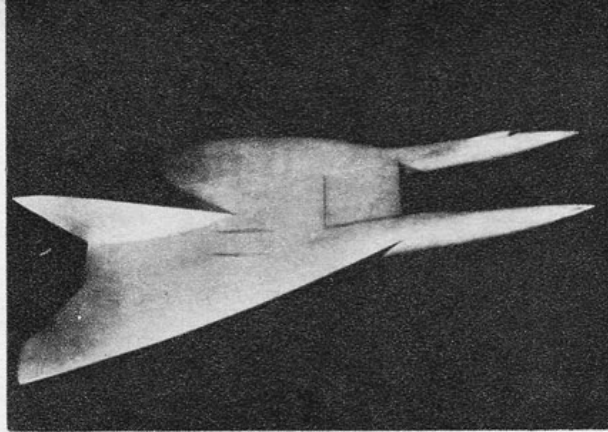
into actual operation vary anywhere from 1965 to 1980. My own estimate is that the supersonics will be in service on the world's airlines by 1970.

The first supersonic airliner will not be a highly radical airplane. The fuselage will be longer than today's commercial jets but the wing span will be less because the wings themselves will be swept-back in delta design. The supersonic will be constructed mainly of titanium or stainless steel which can withstand the high temperatures cre-

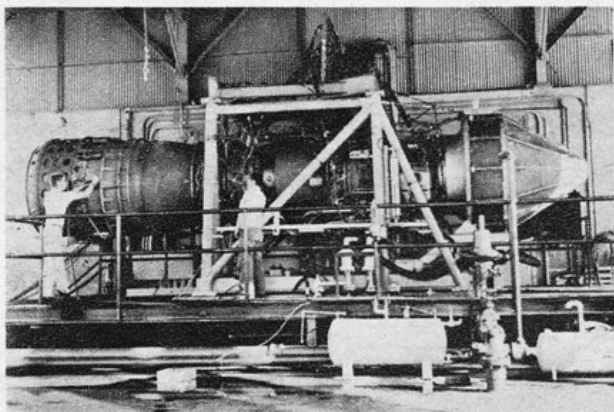
ated as it slices through thin air at 60,000 to 80,000 feet. It will carry between 130 and 160 passengers, depending on the seat layout, and will be used on routes of no less than 1,500 or more than 3,500 nautical miles in length, mainly because of economic reasons. Jet engines, most probably the J-58 or J-93 which are currently being developed for military use in our supersonic B-58 and B-70 military bomber programs, will be used for power. These are reported to be in the 30,000-pound thrust class.



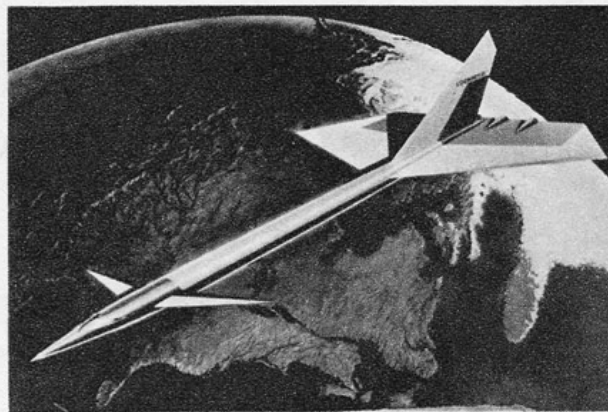
BRITAIN'S new Bristol T-188, designed to test Mach 2 flight, has stainless steel skin.



POSSIBLE design for 2,000-mph airliner carrying 130 is a Bristol Siddeley plan.



FOUR Pratt & Whitney J-58s may power supersonics. J-58 has 30,000-lb. thrust.



LOCKHEED'S design for supersonic would carry 90 passengers at 2,200-mph speeds.

As a specialized, long-range vehicle, the supersonic—which will weigh approximately 500,000 pounds, fully-loaded—will operate in conjunction with contemporary jet airliners. They will use the same airports and air terminal facilities as today's jets. With their added power they may, indeed, use shorter runways for take-off.

But life for passengers aboard the supersonics will be far different than aboard today's jets. The cabin probably will be windowless—at 60,000 to 80,000 feet, where the plane will cruise, the sun is piercingly brilliant and the sky above it midnight black. At 12 to 15 miles above the earth, the sun's glare will actually be painful. A solid-wall passenger cabin, too, would eliminate the need for special bracing and strengthening of frames around windows, a vital problem in the altitudes where increased structural safety will be all-essential.

Instead of windows, each passenger seat may be equipped with individual TV screens, commanding a view from

the airplane in all directions. A "sight-seeing channel" would give each air traveler an unobstructed downward view of the terrain over which the plane is flying or an over-the-shoulder view from the cockpit as the pilot brings the plane in for a landing. Other channels could provide reception of conventional TV programs, the sound coming from small individual speakers mounted in the seat headrest. Or taped entertainment programs could be fed into the system. A full-length feature movie—which lasts just about 90 minutes—might occupy passengers the entire time of a coast-to-coast trip. Because airport-to-airport times, even for trans-Atlantic flights, will seldom be more than two hours, elaborate meal services may well be eliminated.

Airport noise and sonic booms will be two large problems in connection with the supersonic transport. Engine noise may be expected to submit gradually to improvements in engine and noise suppressor design. Sonic boom noise, however, [Continued on page 166]

COVER STORY

HERE'S WHAT THEY'LL WEAR ON THE MOON

SPACE SUIT encases this lunar explorer setting out with radiation counter and antimagnetic hammer across moon's surface.

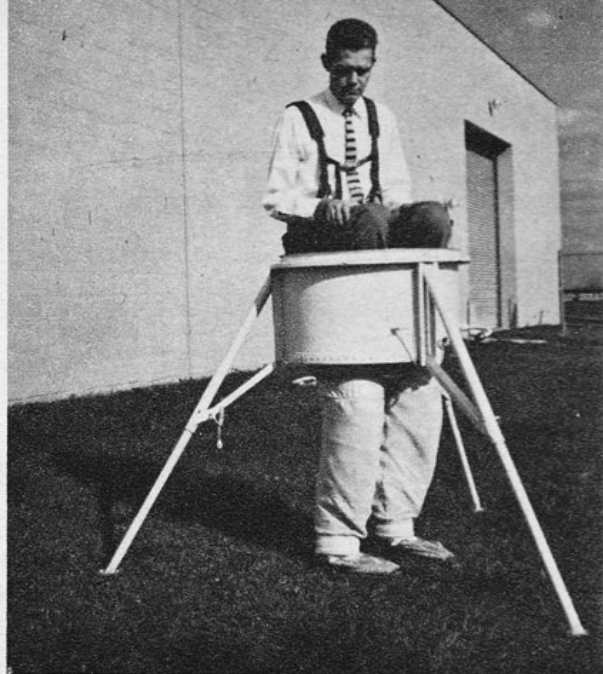
A TWO-PIECE aluminum suit for moon wear has been designed by Republic Aviation. The apparatus maintains proper pressure, temperature, humidity. An oxygen supply and carbon dioxide absorbers keep the man inside breathing easily. The wearer has controls for these functions as well as a radio communication unit, food and waste storage bins, searchlight control, an electric power supply, rest tripod and a built-in seat. The moon's weak gravity will allow wearer to toddle about easily. •



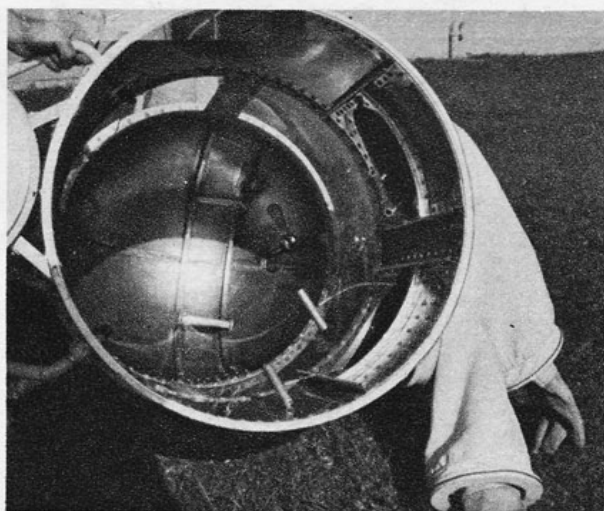
SHOULDER HARNESS holds up the bottom half of the space suit.



DOUBLE-SOLED safety shoes will make it easier for astronaut to walk on the moon.



RETRACTABLE stanchions can be extended to allow wearer to sit down in the suit.



INTERIOR of top half of space suit shows spotlight control and full viewing window.



TANK attached to rear of suit encloses mechanism to purify and recirculate air.



TRANSISTORIZED transceiver in suit permits communication with mother vehicle.



OXYGEN TANK installed in bottom half of suit supplies oxygen to air for four hours.